

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-100282

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl.

H01J 1/304  
H01J 9/02  
H01J 31/12

(21)Application number : 2001-217317

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 17.07.2001

(72)Inventor : SHIRATORI TETSUYA  
AKIYAMA KOJI  
KUROKAWA HIDEO

(30)Priority

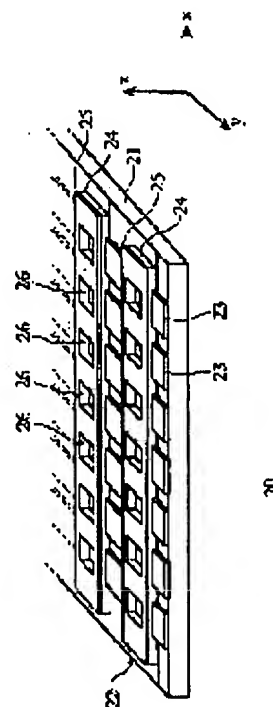
Priority number : 2000218526 Priority date : 19.07.2000 Priority country : JP

(54) ELECTRON-EMITTING ELEMENT, ITS MANUFACTURING METHOD AND IMAGE  
DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron-emitting element of which the emitted electrons can be improved in focusing as compared with a conventional one.

SOLUTION: This electron-emitting element is a lamination of cathode electrodes 23, insulating layers 24 and electron-extracting electrodes 25 in this order on a back glass substrate 21, and an electron-emitting layer 27 making contact with the cathode electrode 23 is formed on the bottom face of a hole opened from the electron-extracting electrode 25 side to the cathode electrode 23. The contacting area of the electron-emitting layer 27 and the cathode electrode 23 is limited to the periphery except a center part on the bottom face of the hole. Therefore, electrons of the electron-emitting layer 27 are supplied only from the



cathode 23 positioned on the side face, so that the electrons are emitted mainly from edge parts of the surface on the electron-emitting layer 27, and electron convergence is improved.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The laminating of a cathode electrode, an insulating layer, and the electronic drawer electrode is carried out to order on a substrate. It is the electron emission component by which the electron emission layer in contact with said cathode electrode was installed in the base of a hole at which said drawer electrode side to a cathode electrode arrives. Said electron emission layer It is the electron emission component which is installed so that the front face may be located in a substrate side rather than the interface of said cathode electrode and insulating layer, and is characterized by limiting the surface of action of said electron emission layer and said cathode electrode to the boundary region except the core in the base of said hole.

[Claim 2] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 1 characterized by being installed so that the distance of the direction of a laminating to the interface of said cathode electrode and insulating layer may become 0.02 to 0.15 times from the front face to the aperture width of said hole in the interface.

[Claim 3] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 1 characterized by the front face being a concave surface configuration.

[Claim 4] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 3 characterized by the base being a convex configuration.

[Claim 5] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 1 characterized by having a projection on the front face.

[Claim 6] The projection of said electron emission layer is an electron emission component according to claim 5 characterized by filling the relation between  $D \geq H/2$  when more than one are formed and it sets distance with H and an adjoining projection to D for the height.

[Claim 7] For said electron emission layer, said emission layer is an electron emission component according to claim 5 characterized by having the shape of tothing consisting of an emission layer which emits an electron, and an orientation layer which has irregularity on a front face in order to carry out orientation of the emission layer concerned, and corresponding to the configuration on said front face of an orientation layer.

[Claim 8] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 1 characterized by being allotted to the periphery section except the core of the base of said hole.

[Claim 9] Said cathode electrode is an electron emission component according to claim 1 characterized by having the lobe projected in the periphery section except the core in the base of said hole.

[Claim 10] Said cathode electrode is an electron emission component according to claim 1 characterized by having the lobe projected in the periphery section except the core of a base [ in / it is allotted through the 2nd cathode electrode which consists of the different conductive quality of the material from the cathode electrode concerned between said substrates, and / in the 2nd cathode electrode concerned / said hole ].

[Claim 11] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 1 characterized by including fibrous graphite or a carbon nanotube as an electron emission ingredient.

[Claim 12] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 11 characterized by including the orientation member which carried out the polypodia configuration for carrying out orientation of said electron emission ingredient.

[Claim 13] The laminating of a cathode electrode, an insulating layer, and the electronic drawer electrode is carried out to order on a substrate. It is the electron emission component by which the electron emission layer in contact with said cathode electrode was installed in the base of a hole at which said drawer electrode side to a cathode electrode arrives. Said electron emission layer The electron emission component characterized by being installed so that the front face may be located in a substrate side and may serve as 0.02 to 0.15 times as many range as this from the interface of said cathode electrode and insulating layer to the aperture width of a hole [ in / in the distance of the direction of a laminating from said interface to an electron emission layer front face / said interface location ].

[Claim 14] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 13 characterized by having a projection on the front face.

[Claim 15] The projection of said electron emission layer is an electron emission component according to claim 14 characterized by filling the relation between  $D \geq H/2$  when more than one are formed and it sets distance with H and an adjoining projection to D for the height.

[Claim 16] For said electron emission layer, said emission layer is an electron emission component according to claim 14 characterized by having the shape of toothing consisting of an emission layer which emits an electron, and an orientation layer which has irregularity on a front face in order to carry out orientation of the emission layer concerned, and corresponding to the configuration on said front face of an orientation layer.

[Claim 17] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 13 characterized by being allotted to the periphery section except the core of the base of said hole.

[Claim 18] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 13 characterized by including fibrous graphite or a carbon nanotube as an electron emission ingredient.

[Claim 19] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 18 characterized by including the orientation member which carried out the polypodia configuration for carrying out orientation of said electron emission ingredient.

[Claim 20] It is the electron emission component characterized by being the electron emission component by which the electron emission layer in contact with said cathode electrode was installed in the base of a hole at which the laminating of a cathode electrode, an insulating layer, and the electronic drawer electrode is carried out to order on a substrate, and said drawer electrode side to a cathode electrode arrives, and the front face having a concave surface configuration, as for said electron emission layer.

[Claim 21] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 20 characterized by locating the front face in a substrate side rather than the interface of said cathode electrode and insulating layer.

[Claim 22] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 20 characterized by being installed so that the distance of the direction of a laminating to the interface of said cathode electrode and insulating layer may become 0.02 to 0.15 times from the front face to the aperture width of said hole in the interface.

[Claim 23] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 20 characterized by the base having a convex configuration.

[Claim 24] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 20 characterized by having a projection in the outside surface.

[Claim 25] The projection of said electron emission layer is an electron emission component according to claim 24 characterized by filling the relation between  $D \geq H/2$  when more than one are formed and it sets distance with H and an adjoining projection to D for the height.

[Claim 26] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 20 characterized by including fibrous graphite or a carbon nanotube as an electron emission ingredient.

[Claim 27] Said electron emission layer is an electron emission component according to claim 26

characterized by including the orientation member which carried out the polypodia configuration for carrying out orientation of said electron emission ingredient.

[Claim 28] The image display device which is an image display device with which opposite arrangement of the 1st panel equipped with the electron emission component with which two or more electron emission sections which carry out outgoing radiation of the electron beam were arranged in the shape of a matrix, and the 2nd panel was carried out through gap material on the substrate, and is characterized by using an electron emission component according to claim 1 as said electron emission component.

[Claim 29] The image display device which is an image display device with which opposite arrangement of the 1st panel equipped with the electron emission component with which two or more electron emission sections which carry out outgoing radiation of the electron beam were arranged in the shape of a matrix, and the 2nd panel was carried out through gap material on the substrate, and is characterized by using an electron emission component according to claim 13 as said electron emission component.

[Claim 30] The image display device which is an image display device with which opposite arrangement of the 1st panel equipped with the electron emission component with which two or more electron emission sections which carry out outgoing radiation of the electron beam were arranged in the shape of a matrix, and the 2nd panel was carried out through gap material on the substrate, and is characterized by using an electron emission component according to claim 20 as said electron emission component.

[Claim 31] The manufacture approach of the electron emission component characterized by having the electrode formation step which forms on a substrate the cathode electrode which has the hole which even the substrate concerned penetrates, and the electron emission stratification step which forms an electron emission layer by applying the paste containing emissive material and a solvent to the base of said hole.

[Claim 32] Said solvent is the manufacture approach of the electron emission component according to claim 31 characterized by being that from which the contact angle over said cathode electrode becomes 90 degrees or less.

[Claim 33] Said paste is the manufacture approach of the electron emission component according to claim 31 characterized by including the orientation member of the polypodia configuration to which orientation of said electron emission layer is carried out.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the technique of improving the focusing nature of the electron especially emitted from an electron emission component, about the so-called cold cathode type (field emission mold) of electron emission component, its manufacture approach, and the image display device that used this.

[0002]

[Description of the Prior Art] By arranging a minute cold cathode mold (field emission mold) electron emission component in the interior of a panel in the shape of a matrix as thin flat-panel display equipment in recent years, and impressing driver voltage to each electron emission component alternatively, excitation luminescence of the fluorescent substance layer formed in the panel by which the electron emitted from each component counters is carried out, and the image display device which displays an image is proposed.

[0003] In such an image display device, since it corresponds to highly minute-ization of a display image, improvement in the focusing nature of the electron emitted from an electron emission component is called for. Usually, since the electron emitted from an electron emission component spreads with the include angle of dozens of times to a substrate perpendicular direction, focusing nature tends to worsen. There is the conventional technique indicated by JP,2000-67736,A in order to raise the focusing nature of this electron.

[0004] a part of electron emission component [ in / in drawing 17 / the above-mentioned conventional technique ] -- it is an outline sectional view. As shown in this drawing, the electron emission component 100 has the configuration the laminating of a substrate 2100, the cathode electrode 2300, an insulating layer 2400, and the drawer electrode 2500 was carried out [ configuration ] to order. And the coat of the electron emission layer 2700 is carried out to the pars basilaris ossis occipitalis of the hole 2600 penetrated to the middle of the drawer electrode 2500 to the cathode electrode 2300 for the electron emission component 100. The front face of this electron emission layer 2700 is formed so that it may be located in a substrate side rather than the interface of the cathode electrode 11 and an insulating layer 12.

[0005] In such an electron emission component 100, if an electrical potential difference is impressed to the above-mentioned drawer electrode 2500, the concave equipotential surface A shown by the drawing solid line will be formed, for example. Therefore, electric-field concentration takes place near central point P of the electron emission layer 2700, and an electron mainly comes to be emitted from there. On the other hand, compared with the central point P, electric-field concentration cannot take place easily, and, as for the surface edge of the electron emission layer 2700, an electron is hard to be emitted. Although the electron emitted from this surface edge may start the charge up to an insulating layer 2400, it is thought that there are few those amounts.

[0006] Therefore, since an electron is mainly emitted from near [ in the front face of the electron emission layer 2700 ] central point P, it is thought that straight advance of the electron beam B1 is

carried out, and it is irradiated by the irradiated plane in spot, and it is thought that electronic focusing nature is good.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the electron emission component of the above-mentioned conventional technique, it is thought that the room of an improvement is still in electronic focusing nature. the time of being emitted as the electron emitted from the central point P of the electron emission layer 2700 shown in electron beam B-2 and B3 -- \*\*-- it has the include angle of about dozens of times, and spreads and progresses. And it deviates greatly in the direction which makes this and a perpendicular in the equipotential surface A, spreads like electron beam B-2' and B3', it is thought that the exposure area in an irradiated plane becomes large, and it cannot be said that focusing nature is enough. Also about the electron emitted from the edge of electron emission layer 2700 front face, converging may become difficult and, in such a case, the charge up is caused.

[0008] Thus, in the above-mentioned conventional electron emission component, the breadth of the electron beam emitted is large and the room of many improvements is still left behind in electronic focusing nature. This invention aims at offering the electron emission component which can improve electronic focusing nature compared with the former, its manufacture approach, and the image display device using this in view of the above-mentioned technical problem.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the electron emission component concerning this invention The laminating of a cathode electrode, an insulating layer, and the electronic drawer electrode is carried out to order on a substrate. It is the electron emission component by which the electron emission layer in contact with said cathode electrode was installed in the base of a hole at which said drawer electrode side to a cathode electrode arrives. Said electron emission layer It is installed so that the front face may be located in a substrate side rather than the interface of said cathode electrode and insulating layer, and the surface of action of said electron emission layer and said cathode electrode is characterized by being limited to the boundary region except the core in the base of said hole.

[0010] While an electron consists is hard to be emitted of the core in the front face of an electron emission layer according to such an electron emission component, an electron consists is easy to be emitted of the edge. Since the focusing nature of the electron emitted from the edge of this electron emission layer is high, it can improve the focusing nature of the electron of an electron emission component. Moreover, the balance of electronic focusing nature and both of field strength distribution is considered, and, as for said electron emission layer, it is desirable to be installed so that the distance of the direction of a laminating to the interface of said cathode electrode and insulating layer may become 0.02 to 0.15 times from the front face to the aperture width of said hole in the interface.

[0011] Here, if the front face is a concave surface configuration, since said electron emission layer can deflect comparatively the electron emitted from the edge of an electron emission layer front face in an early phase, its electronic focusing nature improves. Also considering the base of this electron emission layer as a convex configuration, it is good. Furthermore, if said electron emission layer has the projection on the front face, since electric-field concentration will become easy to take place to the projection, electron emission nature improves more.

[0012] Two or more projections of this electron emission layer can control that electric-field concentration stops being able to happen easily, if it is made to fill the relation between  $D \geq H/2$  when it is formed and sets distance with H and an adjoining projection to D for that height. Here, said electron emission layer consists of an emission layer which emits an electron, and an orientation layer which has irregularity on a front face in order to carry out orientation of the emission layer concerned, if it is made for said emission layer to have the shape of toothing according to the configuration on said front face of an orientation layer, electric-field concentration can be made to be able to carry out at the tip of a projection more, and it can improve electron emission nature.

[0013] Moreover, if it is made to be allotted to the periphery section except the core of the base of said hole, since an electron will not be emitted from the core of a hole, said electron emission layer can

improve electronic focusing nature. Moreover, if it is made for said cathode electrode to have the lobe projected in the periphery section except the core in the base of said hole, since it can make the electronic amount of supply to the edge of an electron emission layer able to increase and can make the amount of electron emission from an electron emission layer surface edge increase, electronic focusing nature can be improved.

[0014] Said cathode electrode is arranged through the 2nd cathode electrode which consists of the different conductive quality of the material from the cathode electrode concerned between said substrates, and it can also constitute the 2nd cathode electrode concerned so that it may have the lobe projected in the periphery section except the core of the base in said hole. If it is made for said electron emission layer to contain the fibrous graphite as an electron emission ingredient, or a carbon nanotube, since these aspect ratios are very high, they can improve a lifting and the electron emission nature of an electron emission component which becomes empty in electric-field concentration.

[0015] If it is made for the orientation member which carried out the polypodia configuration for carrying out orientation of said electron emission ingredient to be included, since the projection formed with a polypodia object will become sharp and electric-field concentration will become easy to take place at a tip, said electron emission layer can improve electron emission nature. Moreover, as for the electron emission component concerning this invention, the laminating of a cathode electrode, an insulating layer, and the electronic drawer electrode is carried out to order on a substrate. It is the electron emission component by which the electron emission layer in contact with said cathode electrode was installed in the base of a hole at which said drawer electrode side to a cathode electrode arrives. Said electron emission layer It is characterized by being installed so that the front face may be located in a substrate side and may serve as 0.02 to 0.15 times as many range as this from the interface of said cathode electrode and insulating layer to the aperture width of a hole [ in / in the distance of the direction of a laminating from said interface to an electron emission layer front face / said interface location ].

[0016] In such range, it can be kept low within limits which usually use the electrical potential difference impressed to a cathode electrode, raising electron emission nature and electronic-focusing nature compared with the former. Moreover, the laminating of a cathode electrode, an insulating layer, and the electronic drawer electrode is carried out to order on a substrate, it is the electron emission component by which the electron emission layer was installed in the base of a hole at which said drawer electrode to a cathode electrode arrives, and the electron emission component concerning this invention is characterized by the electron emission layer front face having a concave surface configuration while said electron emission layer contacts the cathode electrode exposure in said hole.

[0017] It is thought that its electronic focusing nature improves by it compared with the former since the electron emitted from the edge of an electron emission layer front face is deflected in a comparatively early phase by this. The manufacture approach of the electron emission component concerning this invention is characterized by having the electrode formation step which forms on a substrate the cathode electrode which has the hole which even the substrate concerned penetrates, and the electron emission stratification step which forms an electron emission layer by applying the paste containing emissive material and a solvent to the base of said hole.

[0018] According to this, since the hole which even a substrate penetrates can open and the base of a hole serves as a substrate, the process tolerance of the electron emission layer formed on a substrate increases in a cathode electrode. That is, the dimensional accuracy of an electron emission layer increases and electron emission nature and focusing nature can be equalized.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation concerning this invention is explained, referring to a drawing.

[The gestalt of the 1st operation]

<Image-display-device whole configuration> drawing 1 is the sectional view showing the outline configuration of the image display device 1 concerning the gestalt of operation of \*\*\*\* 1. The structure of an image display device 1 is explained referring to drawing 1.

[0020] As shown in this drawing, the image display device 1 is arranged and constituted by the



condition that the front panel 10 and the back panel 20 countered through the gap material 30, and the space 31 between panels is held at the high vacuum condition. The fluorescent substance layer 13 is arranged for every pixel unit on the front face, and the front panel 10 is constituted while having the front-windshield substrate 11, the anode electrode 12, and the fluorescent substance layer 13 and carrying out the coat of the anode electrode 12 on the opposed face of the front-windshield substrate 11.

[0021] The front-windshield substrate 11 is a plate-like substrate which consists for example, of a soda glass ingredient. Soda glass is desirable also in cost, when excelled in smooth nature. The anode electrode 12 is a display electrode which consists of transparence electrical conducting materials, such as ITO. The fluorescent substance layer 13 consists of a well-known fluorescent substance particle which carries out excitation luminescence with an electron ray, and, in the case of the image display device which performs color display, the fluorescent substance layer which emits light in the color of R (red), G (green), and B (blue) is arranged in order for every pixel.

[0022] A back panel 20 is the electron emission component which can emit two or more electron beams, and is equipped with the tooth-back glass substrate 21 and the electron emission section 22 for emitting an electron. The tooth-back glass substrate 21 is a plate-like insulating substrate which consists of soda glass as well as the front-windshield substrate 11. The electron emission section 22 is formed on the opposed face of this tooth-back glass substrate 21.

[0023] Drawing 2 is the outline perspective view of the back panel 20 for explaining the configuration of the electron emission section 22. As opposed to the cathode electrode 23 which the electron emission section 22 was equipped with the cathode electrode 23, the insulating layer 24, the drawer electrode 25, and the electron emission layer 27 ( drawing 3 ), and were installed successively in the shape of a stripe on the tooth-back glass substrate 21 as shown in this drawing While a laminating is carried out where an insulating layer 24 and the drawer electrodes 25 are installed successively in the shape of a stripe so that it may intersect perpendicularly with this, it sets at the point intersecting perpendicularly. The laminating of an insulating layer 24 and the drawer electrode 25 is carried out on the cathode electrode 23, and the hole 26 with which the drawer electrode 25 and an insulating layer 24 are penetrated, and even the cathode electrode 23 reaches is formed. And in the hole 26, the electron emission layer 27 ( drawing 3 ) is formed.

[0024] At the time of the drive of an image display device 1, the control driving means which is not illustrated at each edge of the cathode electrode 23, the anode electrode 12, and the drawer electrode 25 is connected, and while the cathode electrode 23 chosen by each control driving means is grounded, to the drawer electrode 25, the electrical potential difference of about 8-10kV is impressed to Abbreviation 20-70V and the anode electrode 12. At this time, an electron is emitted toward the anode electrode 12 from the electron emission layer 27 ( drawing 3 ) of the hole 26 at the crossing of each electrodes 23 and 25. Since this electron is changed into the light in the fluorescent substance layer 13 ( drawing 1 ), an image can be displayed in the display direction in an image display device 1. In addition, although the cathode electrode 23 was grounded, it is not restricted to especially this and you may make it impress an electrical potential difference to the cathode electrode 23 here. In that case, what is necessary is just to let the electrical potential difference impressed to the drawer electrode 25 and the anode electrode 12 be the value which added the electrical potential difference impressed to the cathode electrode 23, respectively to each above-mentioned electrical-potential-difference value (20-70V, and 8-10kV).

[0025] <Configuration of the electron emission section 22> drawing 3 is the important section sectional view of the back panel 20 for explaining the configuration of the electron emission section 22. As shown in this drawing, the configuration to which the laminating of the cathode electrode 23, an insulating layer 24, and the drawer electrode 25 was carried out is carried out on the tooth-back glass substrate 21, the drawer electrode 25 to the cathode electrode 23 penetrates, and, as for the back panel 20, the electron emission layer 27 is formed in the pars basilaris ossis occipitalis of the hole 26 with which a base serves as the tooth-back glass substrate 21.

[0026] In order that the cathode electrode 23 may supply an electron to the electron emission layer 27, it consists of a conductive ingredient (aluminum, chromium, etc.), and thickness is formed in about 50 micrometers. Although it is desirable if the quality of the material has little wiring resistance, it is not

restricted especially. It has the work which an insulating layer 24 pulls out with the cathode electrode 23, and insulates an electrode 25, and consists of ceramics, such as an alumina which is an insulating material, and thickness is prepared in about 50-100 micrometers. This insulating layer 24 can be used if the quality of the material is not restricted to an insulating material, it can pull out with the cathode electrode 23 even if it is the semi-conductive thing which has very high resistance, and the potential difference with an electrode 25 can be held to extent in which electron emission is possible. It is because it may be desirable from a viewpoint of preventing the charge up if it is such a semi-conductive thing. [0027] The drawer electrode 25 consists of the quality of the material which has the work which pulls out an electron from the electron emission layer 27, and has the same conductivity as the cathode electrode 23, and thickness is prepared in about 50 micrometers. The electron emission layer 27 is a layer which formed a crowd so that it might consist of a carbon ingredient which has the function which emits the electron supplied from the cathode electrode 23, and has very big aspect ratios, such as a carbon fiber and a carbon nanotube, and the direction of orientation might become random. Since the above-mentioned carbon ingredient is a carbon material, it is excellent in stability, and since it includes the place where a part of sigma bond of six rings went out, in addition to the property that electron emission nature is excellent, with the magnitude (100 or more [ for example, ]) of the aspect ratio, electric-field concentration tends [ very ] to take place, and it also has the property of excelling also in electron emission nature.

[0028] Here, the electron emission layer 27 is formed so that the base may touch the tooth-back glass substrate 21 directly, and the cathode electrode 23 comes to touch only the side edge side by this, without touching the base of the electron emission layer 27. Therefore, when the electron emission component 1 drives, it is thought that the electron emission layer 27 becomes the edge of the front face of the electron emission layer 27 also with the location near an electronic supply side where an electron comes to be supplied from the side edge side which touches the cathode electrode 23, and an electron is mainly emitted.

[0029] It is thought that the emitted electron tends to converge from the surface edge of such an electron emission layer 27 to an irradiated plane. This reason is explained below. The electron emitted from the surface edge Q1 and Q2 of the electron emission layer 27, for example, the points shown in drawing 3, runs usually having the include angle of dozens of times, and spreading. However, since the equipotential surface A near [ the ] a deviating point is comparatively flat even if the electron emitted from points Q1 and Q2 is deflected so that it may become perpendicular to the equipotential surface A, it deviates so that it may tend toward the converging point Q3, where abbreviation collimation is carried out seemingly. That is, the electrons emitted from the point Q1 and the point Q2 in the converging point Q3 gather, and it irradiates in spot.

[0030] On the other hand, although it is thought that an electron is emitted also from near the central point of the electron emission layer 27, compared with the point of the surface edge of the electron emission layer 27, distance is separated from the cathode electrode 23, and since it is thought that there are few amounts of the electron supplied, it is thought that there is almost no amount of electrons emitted from there. The cathode electrode 23 namely, by taking the configuration which does not contact the core in the base of the electron emission layer 27, but contacts the boundary region of bases, such as a side face of the electron emission layer 27 While controlling the amount of the electron emitted from the central point P of electron emission layer 27 front face where focusing nature is bad Since the amount of the electron emitted from the surface edges Q1 and Q2 of the electron emission layer 27 where focusing nature is good can be made to increase relatively consequently, the focusing nature to the converging point Q3 of the electron emission component 1 can be improved compared with the former.

[0031] Here, the front face of the electron emission layer 27 is established in tooth-back glass substrate 21 approach rather than the interface of the cathode electrode 23 and an insulating layer 24, and it is desirable that distance H will make aperture width of the hole 26 in the interface location of the cathode electrode 23 and an insulating layer 24 within the limits of  $0.02W$ - $0.15W$  if distance of the direction of a laminating from the interface of W, the cathode electrode 23, and an insulating layer 24 to electron

emission layer 27 front face is set to H.

[0032] Although it is more desirable from a viewpoint of electronic-focusing nature as distance H is large, if the value is enlarged too much, the driver voltage for making an electron emit must be raised, and the fault that the field strength distribution on electron emission layer 27 front face becomes large arises. In order to raise driver voltage, if equipment cost becomes high and field strength distribution becomes large, a narrowing emission current will fall [ an emission field ], or an emission property tends to deteriorate. Then, in consideration of the balance of both electron beam focusing nature and field strength distribution, the above-mentioned range clarified the desirable thing from the result of an experiment and simulation.

[0033] Since focusing nature improves compared with the conventional electron emission component as mentioned above, when this is used for an image display device, an image display device is made highly minute and the thing of it can be carried out.

The manufacture approach of the image display device concerning <manufacture approach of image display device 1> this invention has the big description in the formation approach of a back panel 20. Therefore, the formation approach of a back panel 20 is mainly explained.

[0034] Drawing 4 (a) - (e) is an important section sectional view in each production process of a back panel 20. As shown in drawing 4 (a), the tooth-back glass substrate 21 is prepared first. Next, as shown in drawing 4 (b), it forms in desired thickness (50 micrometers) using the so-called thick-film formation process of applying the paste containing aluminum or chromium on the tooth-back glass substrate 21 front face, calcinating the resin contained in a paste and making it burned down after drying the solvent under paste, and the laminating of the layer used as the cathode electrode 23 is carried out. Here, thin film formation processes, such as the sputtering method and vacuum deposition, may be used for the ingredient used as electrodes, such as aluminum and chromium, instead of a thick-film formation process.

[0035] Thus, as by performing pattern etching to the front face of the layer used as the formed cathode electrode 23 shows to drawing 2, while the cathode electrode 23 is formed in the shape of Rhine, the hole 260 which even the tooth-back glass substrate 21 as shown in drawing 4 (c) penetrates is formed. Next, the paste 270 (or dispersion liquid) obtained by mixing with electron emission members (a carbon nanotube, carbon fiber, etc.) volatile solvents (vehicle which is the mixed solution of an acetone, ethanol or isoamyl acetate, and a nitrocellulose (vehicle)) is applied using print processes, or is dropped using an ink jet, and a hole 260 is filled up ( drawing 4 (d)).

[0036] What is necessary is just to adjust the fill of this paste 270 according to the amount of mixing of the electron emission member under paste etc., so that that front face may be formed in tooth-back glass substrate 21 approach rather than the interface of the cathode electrode 23 and an insulating layer when it becomes the electron emission layer 27. Then, the electron emission layer 27 is formed by evaporating the solvent of a paste 270 ( drawing 4 (e)).

[0037] Moreover, the approach using the squeegee as the formation approach of the electron emission layer 27 which drawing 4 (d) and (e) explained by the way can also be used. Drawing 5 (a) and (b) are the important section sectional views of the back panel 20 in each production process for explaining how forming the electron emission layer 27 using a squeegee. As shown in drawing 5 (a), it is filled up so that it may be full of a hole 260 ( drawing 4 (c)) in a paste 270. Then, as shown in drawing 5 (b), after wiping off the paste 271 of the part in cathode electrode 23 front face and a hole 260 using a squeegee 272, fibrous electron emission members, such as a carbon fiber, can form the electron emission layer 27 ( drawing 4 (e)) which carried out orientation at random by drying a solvent.

[0038] Since thickness of the electron emission layer 27 which the amounts which wipe off the paste 271 with which it filled up in the hole 260 differ, and the amount wiped off, so that a squeegee 272 is soft increases, and is formed of the difference in the resiliency of a squeegee 272 here can be made thin, a squeegee 272 should just change the resiliency according to the thickness of the electron emission layer 27 to form. Next, in order to form a hole 26 ( drawing 3 ) using the thick-film forming method etc., Rhine-like the insulating layer 24 and the drawer electrode 25 which have a through hole are formed in the location equivalent to this. The back panel 20 equipped with the electron emission section 22 is

formed of what is done for a laminating so that it may intersect perpendicularly with the cathode electrode 23 (refer to drawing 2 ) so that these holes may suit the hole 260 of the cathode electrode 23. [0039] On the other hand, a front panel 10 is obtained by forming the film which uses vacuum deposition etc. and consists of ITO on front-windshield substrate 11 front face, using print processes etc. and forming the fluorescent substance layer 13 in the shape of Rhine on the front face, next, first. The electron emission component 1 is formed by arranging the gap material 30 in the perimeter of the above-mentioned back panel 20, countering with a front panel 10 and making it rival under a high vacuum finally.

[0040] Here, in the case of the conventional electron emission component explained using drawing 17 , it depends for the dimensional accuracy of the distance (it is equivalent to the distance H in drawing 3 ) of the direction of a laminating from the interface of the cathode electrode 2300 and an insulating layer 2400 to the electron emission layer 2700 on the process tolerance of the thickness of the cathode electrode 2300 and the electron emission layer 2700, and the process tolerance of the base of a hole 2600. Although it is comparatively easy to control the process tolerance of the electron emission layer 2700, it is thought that it is difficult to equalize the emission property of each electron emission component since the dimensional accuracy of electron emission layer 2700 front face where control is difficult for the process tolerance of the base of a hole 2600, and it is acquired also becomes inadequate.

[0041] On the other hand, since the electron emission layer 27 is directly formed on the tooth-back glass substrate 21 in the case of the gestalt of operation of \*\*\*\* 1, it depends for the dimensional accuracy of the distance H in drawing 3 only on the precision of two thickness of the cathode electrode 23 and the electron emission layer 27. Therefore, there is no need of taking into consideration the process tolerance of the base of a hole 26. Moreover, since it is comparatively easy to control the dimensional accuracy of the cathode electrode 23 and the electron emission layer 27, it is comparatively easy to equalize the emission property of each electron emission component. Therefore, according to the manufacture approach of the electron emission component of the gestalt this operation, the emission property of an electron emission component can be equalized compared with the former.

[0042] (Modification)

\*\* what is limited to this although it was formed in the gestalt of the above-mentioned implementation so that the base of the electron emission layer 27 might touch the whole surface of the tooth-back glass substrate 21 -- it is not -- a hole -- at a core at the bottom, an electron emission layer should just be the configuration of having the field which does not contact a cathode electrode.

[0043] Drawing 6 (a) is the important section sectional view of the back panel 200 in this modification. In addition, in this modification, it is only that the gestalt of implementation of the above 1st differs from the configuration of an electron emission layer, and about what attached the same number as drawing 3 , since it is the same component, detailed explanation is omitted. Fundamentally, as shown in this drawing, although the electron emission layer 274 is the same configuration as the electron emission layer 27 in drawing 3 , the hole 261 which even the tooth-back glass substrate 21 penetrates can open it in the core, and it has a plane view annular configuration.

[0044] Since the field where an electron emission layer does not exist with a hole 261 is formed in the core of hole 26 base of this, the electron emission from the electron emission layer surface core where focusing nature like the conventional technique is bad does not happen at all. Therefore, it is thought that electronic focusing nature improves further compared with the gestalt of the 1st operation.

\*\* As a configuration which does not contact a cathode electrode in the core at the base of a hole, an electron emission layer can consider the configuration shown below, and can carry out this invention also by this again.

[0045] Drawing 7 (a) is the important section sectional view of the back panel 201 in this modification. In addition, in this modification, it is only that the configurations of the gestalt of the 1st operation, an electron emission layer, and a cathode electrode differ, and since it is the component same about what attached the same number as drawing 3 , it omits about detailed explanation. As shown in this drawing, the cathode electrode 230 has lobe 230a projected to the hole 262 side. By this, in the base, while a core touches the tooth-back glass substrate 21, as for the electron emission layer 275, the periphery section

comes to touch the cathode electrode 230. For this reason, since a touch area with the cathode electrode 230 increases, the periphery section of the electron emission layer 275 can make [ many ] the amount of electrons emitted from the edge in electron emission layer 275 front face. Therefore, electronic focusing nature can be improved compared with the gestalt of the 1st operation.

[0046] Moreover, a cathode electrode is constituted from two kinds of conductive layers 231,232, and you may make it form lobe 232a, as shown in the back panel 202 of drawing 7 (b).

[the gestalt of the 2nd operation] -- the image display device which stated the image display device concerning the gestalt of operation of \*\*\*\* 2 with the gestalt of the 1st operation, and abbreviation -- the same configuration is carried out, and since it is only that the configurations of the electron emission layer in a back panel differ, an electron emission layer is mainly explained hereafter.

[0047] In the gestalt of implementation of the above 1st, although the outside surface of an electron emission layer was formed in the approximate plane, the configuration of the front face is formed in a concave surface with the gestalt of operation of \*\*\*\* 2. Drawing 8 is the important section sectional view of the back panel 203 concerning the gestalt of the 2nd operation. In addition, since it is the configuration same about what attached the same number as drawing 3 , it omits about detailed explanation.

[0048] As shown in this drawing, the electron emission layer 277 to which the outside surface carried out the concave surface configuration (henceforth a concave lens configuration) in which a core becomes depressed like a concave lens and the periphery section rises is formed in the base of a hole 26. By forming the front face of the electron emission layer 277 in a concave lens configuration, the electron with which edge 277a of the front face of the electron emission layer 277 approached the potential side A2 -- a drawing destructive line shows -- and was emitted from this edge 277a is an early phase comparatively, and it is deflected so that it may become perpendicular to the equipotential surface A2. Since the equipotential surface A2 near [ this ] a deviating point is comparatively flat, the emitted electron runs, as abbreviation collimation was carried out seemingly, and converges. Therefore, it is thought that electronic focusing nature increases compared with the gestalt of the 1st operation.

[0049] This electron emission layer 277 front face is formed in the tooth-back glass substrate 21 side rather than the interface of the cathode electrode 23 and an insulating layer 24. Here, as for the front face of the electron emission layer 277, it is desirable to make it the distance H2 from cathode electrode 23 front face fall within the range of 0.02 to 0.15 times of the aperture width W2 of the cathode electrode 23 for the same reason as the gestalt of the 1st operation in consideration of the balance of both electron beam focusing nature and field strength distribution.

[0050] As an approach of forming the electron emission layer 277 which has such a configuration, drawing 4 , the approach explained using 5, and the same approach can be used in the gestalt of the 1st operation. However, it is necessary to make it choose that from which a contact angle becomes 90 degrees or less to the cathode electrode 23 about the solvent contained in a paste 270 ( drawing 4 , 5). In order that a contact angle may make the include angle of 90 degrees or less to the cathode electrode 23, as for the paste 270 after applying a paste 270 by choosing the solvent used as whenever [ such contact angle ], or after applying a paste and using and wiping off a squeegee, the paste 270 front face makes a concave lens configuration. The electron emission layer 277 is formed in a concave lens configuration by drying the solvent under paste, this condition holding.

[0051] (Modification) In the gestalt of implementation of the above 2nd, although the field of the tooth-back glass substrate 21 in contact with the electron emission layer 277 was a flat surface, it is not restricted to this configuration and the contact surface may be processed into a concave lens configuration. Drawing 9 is the important section sectional view of the back panel 204 in this modification. In addition, in this modification, it is only that the configurations of an electron emission layer and a tooth-back glass substrate differ, and about what attached the same number as drawing 8 , since it is the same component, detailed explanation is omitted.

[0052] As shown in this drawing, the impression 211 where the tooth-back glass substrate 210 in this modification carried out the concave lens configuration in the field which touches the electron emission layer 278 is formed. By applying the paste containing the same electron emission member as the gestalt

of the 1st operation on this impression 211, the electron emission layer 278 according to the configuration of an impression 211 is formed.

[0053] Well-known technique, such as the approach of forming membranes using the approach of processing like machining of the approach of processing the tooth-back glass substrate 21 chemically [ etching etc. ], sandblasting, etc., as the formation approach of an impression 211 and thermal spraying, printing, etc., can be used. It becomes possible to adjust the configuration of the concave lens in the front face of the electron emission layer 278, since the shape of surface type [ layer / 278 / electron emission ] according to that curve by adjusting the curve of this impression 211 is formed.

[0054] [the gestalt of the 3rd operation] -- the image display device which stated the image display device concerning the gestalt of the 3rd operation with the gestalt of the 1st operation, and abbreviation - the same configuration is carried out, and since it is only that the configurations of the electron emission layer in a back panel differ, an electron emission layer is mainly explained hereafter. In the gestalt of implementation of the above 1st, although the outside surface of an electron emission layer was formed in the approximate plane configuration, with the gestalt of operation of \*\*\*\* 3, irregularity is prepared in the front face.

[0055] Drawing 10 is the important section sectional view of the back panel 205 concerning the gestalt of the 3rd operation. In addition, since it is the configuration same about what attached the same number as drawing 3, it omits about detailed explanation. As shown in this drawing, the electron emission layer 370 is formed in the base of a hole 26, and the front face is equipped with two or more projections 371. The tip of this projection 371 is formed in the tooth-back glass substrate 21 side rather than the interface of the cathode electrode 23 and an insulating layer 24. Here, as for the distance H3 of the direction of a laminating from the tip of projection 371 to the interface of the cathode electrode 23 and an insulating layer 24, it is desirable like the gestalt of the 1st operation to make it become within the limits of 0.02 to 0.15 times to aperture-width W3 in the above-mentioned interface of a hole 26 in consideration of the balance of both electron beam focusing nature and field strength distribution.

[0056] Thus, the electric-field concentration in the tip of projection 371 becomes easy to take place by forming two or more projections 371 in the electron emission layer 370. Moreover, like the gestalt of the 1st operation, the high thing of aspect ratios, such as carbon fiber and a carbon nanotube, is used for the electron emission layer 370, and it has the configuration to which electric-field concentration further becomes easy to take place in the projection 371 to which electric-field concentration tends to take place. Therefore, electron emission nature improves compared with the gestalt of the 1st operation.

[0057] Since the number which electric-field concentration takes place and serves as an electron emission part increases the more the more there are many projections 371, from a viewpoint of an emission property, it is desirable, but if the number of projections increases too much not much, the consistency will increase and the electric-field concentration in projection 371 will stop being able to happen easily. Therefore, as for the consistency of projection 371, it is desirable to form so that the following relational expression may be filled.

[0058] It is the height from the bottom of the trough during the  $D \geq H$  projection 371 which D is distance in the direction rectangular cross direction of a laminating at the tips the adjoining projection 371  $4/2$  here, and H4 adjoins to projection 371 tip. If such relational expression is filled, each projection 371 will check not having a bad influence on electric-field concentration of the adjoining projection 371 by simulation and experiment.

[0059] As mentioned above, by forming projection 371 in electron emission layer 370 front face, the effectiveness of electric-field concentration increases more and electron emission nature improves compared with the gestalt of the 1st operation.

(Modification)

\*\* Although formed by the monolayer which the electron emission layer 370 turns into from electron emission members, such as a carbon fiber and a carbon nanotube, it is not limited to this and you may make it form an electron emission layer in the gestalt of implementation of the above 3rd by two or more layers which consist of different electron emission members.

[0060] Drawing 11 (a) is the important section sectional view of the back panel 200 in this modification.



In addition, in this modification, since it is only that the gestalt of the 3rd operation differs from the configuration of an electron emission layer and is the component same about what attached the same number as drawing 10, the configuration of an electron emission layer is mainly explained. As shown in this drawing, the electron emission layer 372 consists of an orientation layer 373 and an emission layer 374, and it has the configuration by which the laminating of an orientation layer 373 and the emission layer 374 was carried out to the base of a hole 26.

[0061] By equipping the front face with a projection, an orientation layer 373 carries out orientation of the emission layer 374 to concave convex, and consists of conductive ingredients, such as the viewpoint which supplies an electron or controls generating of the charge up of the electron emitted from the emission layer 374 to ZnO, to the emission layer 374. The emission layer 374 consists of electron emission members, such as a carbon fiber and a carbon nanotube, like the gestalt of the 3rd operation.

[0062] The formation approach of the electron emission layer 372 forms in the base of a hole 26 first the layer which consists of conductive ingredients, such as ZnO, by print processes etc. Then, by processing etching etc., a projection is formed in the front face and an orientation layer 373 is formed. Next, the electron emission layer 372 can be formed from drying spreading and a solvent for the paste used as the emission layer 374 on an orientation layer 373.

[0063] It is thought that the same effectiveness as the gestalt of the 3rd operation is acquired also by the electron emission layer which has the above-mentioned configuration.

\*\* In the above-mentioned modification, although the orientation layer 373 was formed, an orientation member can also be used instead of an orientation layer. Drawing 11 (b) is the important section sectional view of the back panel 207 in this modification.

[0064] As shown in this drawing, the electron emission layer 375 consists of an orientation member 376 and an emission layer 377. The orientation member 376 is a ZnO whisker (for example, "PANATETORA" made from Amtech, Inc., Matsushita) which has four guide pegs which use the top-most vertices of a tetrahedron as a tip, respectively, and one guide peg is in the condition of having stood almost perpendicularly to the tooth-back glass substrate 21. Simple substances, such as Si, Ti, B, Fe, Sn, Mg, etc. which are easy to form the polypodia object whisker other than a ZnO whisker, and the oxide of those, a nitride, carbide, etc. can be used for this orientation member 376 that what is necessary is just the polypodia object which has two or more guide pegs which use the top-most vertices of conductivity and a polyhedron as a tip, respectively.

[0065] It adheres and the emission layer 377 is constituted so that electron emission members, such as carbon fiber and a carbon nanotube, may coil around the guide peg of the orientation member 376. In the front face, since the projection of electric-field concentration to which it becomes easy to happen is formed sharp of the above-mentioned configuration, as for the electron emission layer 375, electric-field concentration further becomes easy to take place by it. Therefore, it is thought that electron emission nature improves compared with the gestalt of the 3rd operation.

[0066] The orientation member 376 is mixed with the paste explained as the formation approach of this electron emission layer 375 using drawing 4 and 5 in the gestalt of the 1st operation, a mixed paste is produced, and the approach of forming by applying this is raised. Moreover, the orientation member is formed and you may make it apply the paste containing an electron emission member by drying spreading and a solvent for the dispersion liquid which made the solvent distribute an orientation member beforehand to a hole 26. If it does in this way, even if it is the case where it originates in the specific gravity of an electron emission member and an orientation member in a mixed paste at a difference, and cannot produce to homogeneity, an electron emission ingredient can form in an orientation member the electron emission layer 375 in the condition of having coiled around homogeneity.

[0067] [the gestalt of the 4th operation] -- the image display device which stated the image display device concerning the gestalt of the 4th operation with the gestalt of the 1st operation, and abbreviation - the same configuration is carried out, and since it is only that the points currently formed so that the base of the electron emission layer in a back panel may touch a cathode electrode differ, a back panel is mainly explained hereafter.

[0068] In the gestalt of implementation of the above 1st, although the electron emission layer was directly formed on the tooth-back glass substrate, with the gestalt of operation of \*\*\*\* 4, it is formed on the cathode electrode like the Prior art. Drawing 12 is the important section sectional view of the back panel 400 concerning the gestalt of the 4th operation. In addition, since it is the configuration same about what attached the same number as drawing 3, it omits about detailed explanation.

[0069] As shown in this drawing, the hole 263 with which a glass substrate 21, the cathode electrode 230, an insulating layer 24, and the drawer electrode 25 penetrate it to the middle of the drawer electrode 25 to the cathode electrode 230 while the laminating of the back panel 400 is carried out to order is formed, and the electron emission layer 470 is formed in the pars basilaris ossis occipitalis. Here, the front face of the electron emission layer 470 is formed in the tooth-back glass substrate 21 side rather than the interface of the cathode electrode 230 and an insulating layer 24. Furthermore, it is necessary to make it the front face of the electron emission layer 470 settled in the 0.02 to 0.15 times as much range as the aperture width W4 of the cathode electrode 230 and the hole [ in / in the distance H4 of the direction of a laminating from the interface of an insulating layer 24 / the interface location of the cathode electrode 230 and an insulating layer 24 ] 263 in consideration of the balance of both electron beam focusing nature and field strength distribution. Thus, the reason restricted is the same as the gestalt of the 2nd operation.

[0070] That is, although it is more desirable from a viewpoint of electronic-focusing nature as distance H4 is large, if the value is enlarged, the driver voltage for making an electron emit must be raised, and the fault that the field strength distribution on an electron emission layer front face becomes large arises. In order to raise driver voltage, if the cost to equipment increases and field strength distribution becomes large, a narrowing emission current will fall [ an emission field ], or an emission property tends to deteriorate. Then, in consideration of the balance of both electron beam focusing nature and field strength distribution, the ratio (0.02-0.15) of a cathode electrode in case an electron passes opening of the drawer electrode 25 100%, the distance H4 from the interface of an insulating layer to an electron emission layer front face, and the aperture width W4 of a cathode electrode was drawn by experiment in the range of the applied voltage (20-70V) of the drawer electrode usually used.

[0071] In addition, as experiment conditions at this time, it carried out on the conditions shown below. cathode electrode: -- in the 20-70V, and thickness [ of 50 micrometers ], applied-voltage 0V insulating-layer:thickness 50-100micrometer drawer electrode:thickness [ of 50 micrometers ], and applied-voltage:aperture-width anode electrode [ of 0.2mm ]:distance [ of 0.5-2mm ] above-mentioned experiment conditions from an applied-voltage:8-10kV drawer electrode to an anode electrode, the applied voltage of a drawer electrode was changed to 20-70V, and the conditions which will be in the condition that an electron passes 100% from the opening were examined.

[0072] The distance H4 of the electron emission layer at that time was measured using the scanning electron microscope (SEM), and it checked that H4 was set to 4 micrometers (20V) - 30 micrometers (70V). Here, since the aperture width W4 of a cathode electrode was 200 micrometers, it is set to  $H4/W4=0.02-0.15$ . Like the conventional technique, although an electron becomes that it is easy to be emitted from a part for the core of the electron emission layer 470, without carrying out the charge up to an insulating layer 24 like the conventional technique, since conditions are optimized, an electron comes to be emitted 100% by such configuration, and its electronic focusing nature improves by it compared with the former.

[0073] The approach explained in the gestalt of the 1st and the 2nd operation as an approach of forming the electron emission layer 470 and the same approach can be used. However, in case the hole in which the electron emission layer 470 is formed is formed, it is necessary to process the cathode electrode 230 so that etching time may be optimized and it may not penetrate even to the tooth-back glass substrate 21.

[the gestalt of the 5th operation] -- the image display device which stated the image display device concerning the gestalt of the 5th operation with the gestalt of the 4th operation, and abbreviation -- the same configuration is carried out, and since it is only that the configurations of the electron emission layer of a back panel differ, an electron emission layer is mainly explained hereafter.



[0074] In the gestalt of implementation of the above 4th, although the front face of an electron emission layer was formed in the flat surface, the front face is formed in the concave surface configuration with the gestalt of operation of \*\*\*\* 5. Drawing 13 is the important section sectional view of the back panel concerning the gestalt of the 5th operation. In addition, since it is the configuration same about what attached the same number as drawing 12, it omits about detailed explanation.

[0075] As shown in this drawing, the electron emission layer 471 to which the outside surface carried out the concave lens configuration is formed in the base of a hole 263. By forming the electron emission layer 471 in such a configuration, potential side A3 -- the edge of the electron emission layer 471 shows by the drawing destructive line -- is approached, and the emitted electron is an early phase comparatively, and it is deflected so that it may become perpendicular to the equipotential surface A. Since the equipotential surface A near [ this ] a deviating point is comparatively flat, the emitted electron runs and converges on the appearance by which abbreviation collimation was carried out seemingly.

[0076] Therefore, compared with a Prior art, an electron consists is easy to be emitted of the periphery section of the electron emission layer 471, and since the electron emitted from a part with focusing nature higher than a core increases, it is thought that electronic focusing nature increases. Here, the front face of the electron emission layer 471 is formed in the tooth-back glass substrate 21 side rather than cathode electrode 231 front face. Here, as for the front face of the electron emission layer 471, it is desirable to make it the distance H5 from cathode electrode 23 front face settled in the 0.02 to 0.15 times as much range as the aperture width W5 of the cathode electrode 23 for the same reason as the gestalt of the 2nd operation in consideration of the balance of both electron beam focusing nature and field strength distribution.

[0077] Thus, what is necessary is to be able to use the approach explained in the gestalt of the 2nd operation as an approach of forming the electron emission layer 471, and the same approach, and just to choose what serves as a contact angle 90 degrees or less to the cathode electrode 230 in the paste for forming the electron emission layer 471.

(Modification)

\*\* As shown in drawing 14, it is thought by forming the concave surface section 233 in the cathode electrode 232, and forming the electron emission layer 472 on it that the effectiveness same also as a convex lens-like convex configuration where the core rose the base of the electron emission layer 472 is acquired. Thus, if the concave surface section 233 is formed, since the shape of surface type of the electron emission layer 472 will be formed according to the configuration of the concave surface section 233, the configuration of the electron emission layer 472 can be changed free by changing the configuration of the concave surface section 233.

[0078] \*\* The orientation member 475 which consists of a polypodia object which was stated with the gestalt of the 3rd operation may be formed on the concave surface section 233 of the cathode electrode 232 in the base of a hole 264, and the electron emission member 474 may be made to adhere again so that it may coil around it as shown in drawing 15.

\*\* A cathode electrode is not formed in the shape of Rhine on a tooth-back glass substrate, but you may make it form the cathode electrode 234 for every pixel unit in a back panel 404 further, as shown in drawing 16. According to such a configuration, since it can consider that cathode electrode 234 the very thing is a macroscopic projection, it is thought that the electric-field concentration to the electron emission layer 476 becomes easy to take place. Therefore, even if compared with the gestalt of implementation of the above 5th, it is thought that an emission property is excellent.

[0079]

[Effect of the Invention] As explained above, the electron emission component concerning this invention The laminating of a cathode electrode, an insulating layer, and the electronic drawer electrode is carried out to order on a substrate. It is the electron emission component by which the electron emission layer in contact with said cathode electrode was installed in the base of a hole at which said drawer electrode side to a cathode electrode arrives. Said electron emission layer It is installed so that the front face may be located in a substrate side rather than the interface of said cathode electrode and insulating layer. The surface of action of said electron emission layer and said cathode electrode Since it is characterized by

being limited to the boundary region except the core in the base of said hole, while an electron consists is hard to be emitted of the core in the front face of an electron emission layer, an electron consists is easy to be emitted of the edge. Since the focusing nature of the electron emitted from the edge of this electron emission layer is high, it can improve the focusing nature of the electron of an electron emission component compared with the former.

[0080] Moreover, as for the electron emission component concerning this invention, the laminating of a cathode electrode, an insulating layer, and the electronic drawer electrode is carried out to order on a substrate. It is the electron emission component by which the electron emission layer in contact with said cathode electrode was installed in the base of a hole at which said drawer electrode side to a cathode electrode arrives. Said electron emission layer The front face is located in a substrate side rather than the interface of said cathode electrode and insulating layer, and it is installed so that it may become the 0.02 to 0.15 times as many range as this to the aperture width of a hole [ in / in the distance of the direction of a laminating from said interface to an electron emission layer front face / said interface location ]. In such numerical range, the electrical potential difference impressed to a cathode electrode can usually be kept low to use within the limits, raising electron emission nature and electronic-focusing nature compared with the former.

[0081] Moreover, the electron emission component concerning this invention is an electron emission component by which the electron emission layer in contact with said cathode electrode was installed in the base of a hole at which the laminating of a cathode electrode, an insulating layer, and the electronic drawer electrode is carried out to order on a substrate, and said drawer electrode side to a cathode electrode arrives, and, as for said electron emission layer, the front face has a concave surface configuration. It is thought that the electron emitted from the edge of an electron emission layer front face is deflected in a comparatively early phase, and improves electronic focusing nature by this compared with the former.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-100282

(P2002-100282A)

(43) 公開日 平成14年4月5日(2002.4.5)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース*(参考)
H 0 1 J	1/304	H 0 1 J	B 5 C 0 3 6
	9/02		C
	31/12		F

審査請求 未請求 請求項の数33 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-217317(P2001-217317)  
(22) 出願日 平成13年7月17日(2001.7.17)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-218526(P2000-218526)  
(32) 優先日 平成12年7月19日(2000.7.19)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72) 発明者 白鳥 哲也  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72) 発明者 秋山 浩二  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(74) 代理人 100090446  
弁理士 中島 司朗

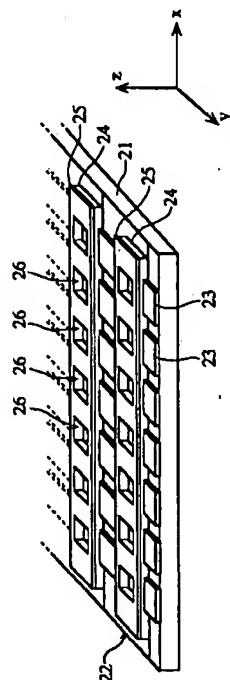
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子放出素子およびその製造方法、ならびにこれを用いた画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、放出される電子の集束性を従来に比べて向上することができる電子放出素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 背面ガラス基板21上にカソード電極23と絶縁層24と電子引き出し電極25とが順に積層され、引き出し電極25側からカソード電極23まで到達する孔の底面に、カソード電極23と接触する電子放出層27を具設し、電子放出層27とカソード電極23との接触領域が、孔の底面における中心部を除く、周辺領域に限定されるようにした。これにより、電子放出層27は、その側面に位置するカソード電極23からのみ電子が供給されるので、主に電子放出層27表面の端部から電子が放出されるようになり、電子の集束性が向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上にカソード電極と絶縁層と電子引き出し電極とが順に積層され、前記引き出し電極側からカソード電極まで到達する孔の底面に、前記カソード電極と接触する電子放出層が具設された電子放出素子であって、

前記電子放出層は、その表面が前記カソード電極と絶縁層との界面よりも基板側に位置するように具設されており、

前記電子放出層と前記カソード電極との接触領域は、前記孔の底面における中心部を除く、周辺領域に限定されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項2】 前記電子放出層は、その表面から前記カソード電極と絶縁層との界面までの積層方向の距離が、その界面における前記孔の開口幅に対して0.02～0.15倍となるように具設されていることを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項3】 前記電子放出層は、その表面が凹面形状であることを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項4】 前記電子放出層は、その底面が凸面形状であることを特徴とする請求項3に記載の電子放出素子。

【請求項5】 前記電子放出層は、その表面に突起を有することを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項6】 前記電子放出層の突起は、複数個形成され、その高さをH、隣接する突起との距離をDとする場合に、 $D \geq H/2$ の関係を満たすことを特徴とする請求項5に記載の電子放出素子。

【請求項7】 前記電子放出層は、電子を放出する放出層と、当該放出層を配向させるために表面に凹凸を有する配向層とからなり、前記放出層は、前記配向層表面の形状に応じた凹凸形状を有していることを特徴とする請求項5に記載の電子放出素子。

【請求項8】 前記電子放出層は、前記孔の底面の中心部を除く周縁部に配されていることを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項9】 前記カソード電極は、前記孔の底面における中心部を除く周縁部に突出した突出部を有することを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項10】 前記カソード電極は、前記基板との間に当該カソード電極と異なる導電性材質からなる第2のカソード電極を介して配され、当該第2のカソード電極は、前記孔における底面の中心部を除く周縁部に突出した突出部を有することを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項11】 前記電子放出層は、電子放出材料として、繊維状のグラファイト、もしくはカーボン・ナノチューブを含むことを特徴とする請求項1に記載の電子

放出素子。

【請求項12】 前記電子放出層は、前記電子放出材料を配向させるための多足形状をした配向部材を含むことを特徴とする請求項11に記載の電子放出素子。

【請求項13】 基板上にカソード電極と絶縁層と電子引き出し電極とが順に積層され、前記引き出し電極側からカソード電極まで到達する孔の底面に、前記カソード電極と接触する電子放出層が具設された電子放出素子であって、

10 前記電子放出層は、その表面が前記カソード電極と絶縁層との界面よりも基板側に位置し、前記界面から電子放出層表面までの積層方向の距離が、前記界面位置における孔の開口幅に対して0.02～0.15倍の範囲となるように具設されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項14】 前記電子放出層は、その表面に突起を有することを特徴とする請求項13に記載の電子放出素子。

20 【請求項15】 前記電子放出層の突起は、複数個形成され、その高さをH、隣接する突起との距離をDとする場合に、 $D \geq H/2$ の関係を満たすことを特徴とする請求項14に記載の電子放出素子。

【請求項16】 前記電子放出層は、電子を放出する放出層と、当該放出層を配向させるために表面に凹凸を有する配向層とからなり、前記放出層は、前記配向層表面の形状に応じた凹凸形状を有していることを特徴とする請求項14に記載の電子放出素子。

30 【請求項17】 前記電子放出層は、前記孔の底面の中心部を除く周縁部に配されていることを特徴とする請求項13に記載の電子放出素子。

【請求項18】 前記電子放出層は、電子放出材料として、繊維状のグラファイト、もしくはカーボン・ナノチューブを含むことを特徴とする請求項13に記載の電子放出素子。

【請求項19】 前記電子放出層は、前記電子放出材料を配向させるための多足形状をした配向部材を含むことを特徴とする請求項18に記載の電子放出素子。

40 【請求項20】 基板上にカソード電極と絶縁層と電子引き出し電極とが順に積層され、前記引き出し電極側からカソード電極まで到達する孔の底面に、前記カソード電極と接触する電子放出層が具設された電子放出素子であって、

前記電子放出層は、その表面が凹面形状を有することを特徴とする電子放出素子。

【請求項21】 前記電子放出層は、その表面が前記カソード電極と絶縁層との界面よりも基板側に位置することを特徴とする請求項20に記載の電子放出素子。

50 【請求項22】 前記電子放出層は、その表面から前記カソード電極と絶縁層との界面までの積層方向の距離が、その界面における前記孔の開口幅に対して0.02

～0.15倍となるように具設されていることを特徴とする請求項20に記載の電子放出素子。

【請求項23】 前記電子放出層は、その底面が凸面形状を有することを特徴とする請求項20に記載の電子放出素子。

【請求項24】 前記電子放出層は、その外表面に突起を有することを特徴とする請求項20に記載の電子放出素子。

【請求項25】 前記電子放出層の突起は、複数個形成され、その高さをH、隣接する突起との距離をDとする場合に、 $D \geq H/2$ の関係を満たすことを特徴とする請求項24に記載の電子放出素子。

【請求項26】 前記電子放出層は、電子放出材料として、繊維状のグラファイト、もしくはカーボン・ナノチューブを含むことを特徴とする請求項20に記載の電子放出素子。

【請求項27】 前記電子放出層は、前記電子放出材料を配向させるための多足形状をした配向部材を含むことを特徴とする請求項26に記載の電子放出素子。

【請求項28】 基板上に、電子ビームを出射する複数の電子放出部がマトリックス状に配列された電子放出素子を備えた第1パネルと、第2パネルとがギャップ材を介して対向配置された画像表示装置であって、前記電子放出素子として請求項1に記載の電子放出素子を用いたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項29】 基板上に、電子ビームを出射する複数の電子放出部がマトリックス状に配列された電子放出素子を備えた第1パネルと、第2パネルとがギャップ材を介して対向配置された画像表示装置であって、前記電子放出素子として請求項13に記載の電子放出素子を用いたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項30】 基板上に、電子ビームを出射する複数の電子放出部がマトリックス状に配列された電子放出素子を備えた第1パネルと、第2パネルとがギャップ材を介して対向配置された画像表示装置であって、前記電子放出素子として請求項20に記載の電子放出素子を用いたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項31】 基板上に当該基板まで貫通する孔を有するカソード電極を形成する電極形成ステップと、前記孔の底面に電子放出物質と溶剤を含むペーストを塗布することによって、電子放出層を形成する電子放出層形成ステップとを有することを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項32】 前記溶剤は、前記カソード電極に対する接触角が $90^\circ$ 以下となるものであることを特徴とする請求項31に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項33】 前記ペーストは、前記電子放出層を配向させる多足形状の配向部材を含むことを特徴とする請求項31に記載の電子放出素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、いわゆる冷陰極型（電界放出型）の電子放出素子およびその製造方法、ならびにこれを用いた画像表示装置に関するものであって、特に、電子放出素子から放出される電子の集束性を改善する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、薄型のフラットパネルディスプレイ装置として、微小な冷陰極型（電界放出型）電子放出素子をパネル内部にマトリックス状に配設し、各電子放出素子に選択的に駆動電圧を印加することによって、各素子から放出される電子が対向するパネルに形成された蛍光体層を励起発光し、画像を表示する画像表示装置が提案されている。

【0003】このような画像表示装置においては、表示画像の高精細化に対応するため、電子放出素子から放出される電子の集束性の向上が求められている。通常、電子放出素子から放出される電子は、基板垂直方向に対して数十度の角度を持って拡がるため、集束性が悪くなりやすい。この電子の集束性を向上させるために、例えば、特開2000-677,36号公報に記載されている従来技術がある。

【0004】図17は、上記従来技術における電子放出素子の一部概略断面図である。同図に示すように、電子放出素子100は、基板2100、カソード電極2300、絶縁層2400、引き出し電極2500が順に積層された構成を有する。そして、電子放出素子100には、引き出し電極2500からカソード電極2300の途中まで貫通する孔2600の底部に、電子放出層2700が被膜されている。この電子放出層2700の表面は、カソード電極11と絶縁層12の界面よりも基板側に位置するように形成されている。

【0005】このような電子放出素子100において、上記引き出し電極2500に電圧が印加されると、例えば、図中実線で示す凹型の等位面Aが形成される。そのため、電子放出層2700の中心点P付近に電界集中が起こり、そこから主に電子が放出されるようになる。一方、電子放出層2700の表面端部は、中心点Pに比べて電界集中が起こりにくく、電子が放出されにくい。この表面端部から放出される電子は絶縁層2400にチャージアップを起こす可能性があるが、その量は少ないと考えられる。

【0006】したがって、電子は、主に電子放出層2700の表面における中心点P付近から放出されるので、電子ビームB1はまっすぐ進行して被照射面にスポット的に照射されると考えられ、電子の集束性は良好であると思われる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術の電子放出素子においては、まだ電子の集束性に

改善の余地があると考えられる。電子放出層2700の中心点Pから放出される電子は、電子ビームB2、B3で示すように、放出された時点で±数十度程度の角度を有して拡がって進む。そして、等電位面Aにおいてこれと垂直をなす方向に大きく偏向されて、電子ビームB2、B3のように広がって、被照射面における照射面積が大きくなると考えられ、集束性は十分と言えない。電子放出層2700表面の端部から放出される電子についても、集束することが困難となる場合があり、そのような場合にはチャージアップが引き起こされる。

【0008】このように、上記従来の電子放出素子においては、放出される電子ビームの広がりが大きく、電子の集束性においてまだ多くの改善の余地が残されている。本発明は、上記課題に鑑み、従来に比べて電子の集束性を向上することができる電子放出素子およびその製造方法ならびにこれを用いた画像表示装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る電子放出素子は、基板上にカソード電極と絶縁層と電子引き出し電極とが順に積層され、前記引き出し電極側からカソード電極まで到達する孔の底面に、前記カソード電極と接触する電子放出層が具設された電子放出素子であって、前記電子放出層は、その表面が前記カソード電極と絶縁層との界面よりも基板側に位置するように具設されており、前記電子放出層と前記カソード電極との接触領域は、前記孔の底面における中心部を除く、周辺領域に限定されていることを特徴としている。

【0010】このような電子放出素子によれば、電子放出層の表面において、その中心部から電子が放出されにくくなる一方、その端部からは電子が放出され易くなる。この電子放出層の端部から放出される電子の集束性は高いので、電子放出素子の電子の集束性を向上することができる。また、電子の集束性と電界強度分布の両者のバランスを考えて、前記電子放出層は、その表面から前記カソード電極と絶縁層との界面までの積層方向の距離が、その界面における前記孔の開口幅に対して0.02～0.15倍となるように具設されていることが望ましい。

【0011】ここで、前記電子放出層は、その表面が凹面形状であれば、電子放出層表面の端部から放出される電子を比較的初期の段階で偏向することができるので、電子の集束性が向上する。この電子放出層の底面を、凸面形状としてもよい。さらに、前記電子放出層が、その表面に突起を有していれば、その突起に電界集中が起こり易くなるので、より電子放出性が向上する。

【0012】この電子放出層の突起は、複数個形成され、その高さをH、隣接する突起との距離をDとする場合に、 $D \geq H/2$ の関係を満たすようにすれば、電界集

中が起こりにくくなることを抑制できる。ここで、前記電子放出層が、電子を放出する放出層と、当該放出層を配向させるために表面に凹凸を有する配向層とからなり、前記放出層は、前記配向層表面の形状に応じた凹凸形状を有しているようにすれば、より突起先端に電界集中させることができ、電子放出性を向上することができる。

【0013】また、前記電子放出層は、前記孔の底面の中心部を除く周縁部に配されているようにすれば、孔の中心部からは電子が放出されないで、電子の集束性を向上することができる。また、前記カソード電極が、前記孔の底面における中心部を除く周縁部に突出した突出部を有するようにすれば、電子放出層の端部への電子供給量を増加させ、電子放出層表面端部からの電子放出量を増加させることができるので、電子の集束性を向上することができる。

【0014】前記カソード電極は、前記基板との間に当該カソード電極と異なる導電性材質からなる第2のカソード電極を介して配され、当該第2のカソード電極は、前記孔における底面の中心部を除く周縁部に突出した突出部を有するように構成することもできる。前記電子放出層は、電子放出材料としての繊維状のグラファイト、もしくはカーボン・ナノチューブを含むようにすれば、これらのアスペクト比は非常に高いので、電界集中を起こしやすく、電子放出素子の電子放出性を向上することができる。

【0015】前記電子放出層は、前記電子放出材料を配向させるための多足形状をした配向部材を含むようにすれば、多足体によって形成される突起が鋭くなり、先端に電界集中が起こり易くなるので、電子放出性を向上することができる。また、本発明に係る電子放出素子は、基板上にカソード電極と絶縁層と電子引き出し電極とが順に積層され、前記引き出し電極側からカソード電極まで到達する孔の底面に、前記カソード電極と接触する電子放出層が具設された電子放出素子であって、前記電子放出層は、その表面が前記カソード電極と絶縁層との界面よりも基板側に位置し、前記界面から電子放出層表面までの積層方向の距離が、前記界面位置における孔の開口幅に対して0.02～0.15倍の範囲となるように具設されていることを特徴としている。

【0016】このような範囲においては、従来に比べて電子放出性、電子集束性を向上させながら、カソード電極に印加する電圧を通常使用する範囲内に低く保つことができる。また、本発明に係る電子放出素子は、基板上にカソード電極と絶縁層と電子引き出し電極とが順に積層され、前記引き出し電極からカソード電極まで到達する孔の底面に電子放出層が具設された電子放出素子であって、前記電子放出層は、前記孔におけるカソード電極露出面と接触するとともに、その電子放出層表面が凹面形状を有することを特徴とする。

【0017】これによって、電子放出層表面の端部から放出される電子は、比較的早い段階で偏向されるので、従来に比べて電子の集束性が向上すると考えられる。本発明に係る電子放出素子の製造方法は、基板上に当該基板まで貫通する孔を有するカソード電極を形成する電極形成ステップと、前記孔の底面に電子放出物質と溶剤を含むペーストを塗布することによって、電子放出層を形成する電子放出層形成ステップとを有することを特徴とする。

【0018】これによれば、カソード電極には、基板まで貫通する孔が開けられ、孔の底面は基板となるので、基板上に形成される電子放出層の加工精度が高まる。すなわち、電子放出層の寸法精度が高まり、電子放出性および集束性を均一化することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【第1の実施の形態】

<画像表示装置の全体構成>図1は、本第1の実施の形態に係る画像表示装置1の概略構成を示す断面図である。図1を参照しながら画像表示装置1の構造について説明する。

【0020】同図に示すように、画像表示装置1は、前面パネル10と背面パネル20とがギャップ材30を介して対向した状態に配されて構成されており、パネル間の空間31は高真空状態に保持されている。前面パネル10は、前面ガラス基板11、アノード電極12、蛍光体層13を備え、前面ガラス基板11の対向面上に、アノード電極12が被膜されるとともに、その表面上に蛍光体層13が画素単位ごとに配設されて構成されている。

【0021】前面ガラス基板11は、例えば、ソーダガラス材料からなる平板状の基板である。ソーダガラスは平滑性に優れる上、コスト的にも好ましい。アノード電極12は、ITOなどの透明導電材料からなる表示電極である。蛍光体層13は、電子線により励起発光する公知の蛍光体粒子からなり、カラー表示を行う画像表示装置の場合には、R（赤）、G（緑）、B（青）の色を発光する蛍光体層が画素ごとに順に配設される。

【0022】背面パネル20は、複数本の電子ビームを放出することができる電子放出素子であり、背面ガラス基板21と、電子を放出するための電子放出部22を備えている。背面ガラス基板21は、前面ガラス基板11と同様、ソーダガラスからなる絶縁性の平板状の基板である。この背面ガラス基板21の対向面上に、電子放出部22が形成されている。

【0023】図2は、電子放出部22の構成を説明するための背面パネル20の概略斜視図である。同図に示すように、電子放出部22は、カソード電極23、絶縁層24、引き出し電極25、電子放出層27（図3）を備

え、背面ガラス基板21上にストライプ状に列設されたカソード電極23に対して、これと直交するように、ストライプ状に絶縁層24、引き出し電極25が列設された状態で積層されるとともに、その直交点においては、絶縁層24、引き出し電極25がカソード電極23上に積層され、引き出し電極25および絶縁層24を貫通してカソード電極23まで到達する孔26が形成されている。そして、孔26内には、電子放出層27（図3）が設けられている。

【0024】画像表示装置1の駆動時には、カソード電極23、アノード電極12、および引き出し電極25の各端部に図示しない制御駆動手段が接続され、各制御駆動手段により選択されたカソード電極23が接地されるとともに、引き出し電極25に対しては約20～70V、アノード電極12に対しては約8～10kVの電圧が印加される。このとき、各電極23、25の交差点にある孔26の電子放出層27（図3）からアノード電極12に向かって電子が放出される。この電子が蛍光体層13（図1）において可視光に変換されるので、画像表示装置1における表示方向に画像を表示することができる。なお、ここでは、カソード電極23を接地するようにしたが、特にこれに制限されるものではなく、カソード電極23に電圧を印加するようにしてもよい。その場合には、引き出し電極25およびアノード電極12に印加する電圧は、上記各電圧値（20～70Vおよび8～10kV）に、カソード電極23に印加する電圧をそれぞれ付加した値とすればよい。

【0025】<電子放出部22の構成>図3は、電子放出部22の構成を説明するための背面パネル20の要部断面図である。同図に示すように、背面パネル20は、背面ガラス基板21上に、カソード電極23、絶縁層24、引き出し電極25が積層された構成をしており、引き出し電極25からカソード電極23まで貫通し、底面が背面ガラス基板21となる孔26の底部に電子放出層27が設けられている。

【0026】カソード電極23は、電子放出層27に対して電子を供給するために導電性の材料（アルミ、クロムなど）からなり、厚みが例えば50μm程度に形成される。その材質は、配線抵抗の少ないものであれば好ましいが、特に制限されるものではない。絶縁層24は、カソード電極23と引き出し電極25とを絶縁する働きを有し、絶縁物質であるアルミナなどのセラミックスからなり、厚みが例えば50～100μm程度に設けられる。この絶縁層24は、材質が絶縁物質に限られるものではなく、非常に高い抵抗値を有する半導電性のものであっても、カソード電極23と引き出し電極25との電位差を電子放出可能な程度に保持することができるものであれば使用することができる。このような半導電性のものであれば、チャージアップを防止するという観点からは好ましい場合もあるからである。



【0027】引き出し電極25は、電子放出層27から電子を引き出す働きを有し、カソード電極23と同様の導電性を有する材質からなり、厚みが例えば50 $\mu$ m程度に設けられる。電子放出層27は、カソード電極23から供給される電子を放出する機能を有し、カーボンファイバーおよびカーボン・ナノチューブなどの非常に大きなアスペクト比を有するカーボン材料からなり、その配向方向がランダムとなるように群集した層である。上記カーボン材料は、炭素材料であるため安定性に優れ、六炭素環の $\sigma$ 結合が一部切れたところを含むので電子放出性が優れるという特性に加え、そのアスペクト比の大きさ(例えば100以上)により、電界集中が非常に起こり易く、電子放出性にも優れるという特性も有する。

【0028】ここで、電子放出層27は、その底面が背面ガラス基板21と直接接するように形成されており、これによって、カソード電極23は、電子放出層27の底面と接することなくその側端面だけと接するようになる。したがって、電子放出素子1が駆動された場合には、電子放出層27は、カソード電極23と接する側端面から電子が供給されるようになり、電子が主に放出される場所も、電子供給側に近い電子放出層27の表面の端部になると思われる。

【0029】このような電子放出層27の表面端部から放出された電子は、被照射面に対して集束されやすいと考えられる。この理由について、以下に説明する。電子放出層27の表面端部、例えば、図3に示す点Q1、Q2から放出された電子は、通常数十度の角度を有して拡がりながら進行する。しかし、点Q1、Q2から放出された電子は、等電位面Aに対して垂直方向となるように偏向されたとしても、その偏向点付近の等電位面Aは比較的平坦であるので、見かけ上略コリメートされた状態で集束点Q3に向かうように偏向される。すなわち、集束点Q3においては点Q1および点Q2から放出された電子が集まり、スポット的に照射される。

【0030】一方、電子放出層27の中心点付近からも電子が放出されると考えられるが、電子放出層27の表面端部の点に比べるとカソード電極23から距離が離れており、供給される電子の量が少ないと考えられるため、そこから放出される電子量はほとんどないと考えられる。すなわち、カソード電極23が、電子放出層27の底面における中心部と接触せず、電子放出層27の側面などの底面の周辺領域と接触する構成をとることによって、集束性の悪い、電子放出層27表面の中心点Pから放出される電子の量を抑制するとともに、集束性の良好な、電子放出層27の表面端部Q1、Q2から放出される電子の量を相対的に増加させることができるので、その結果、電子放出素子1の集束点Q3への集束性を従来に比べて向上することができる。

【0031】ここで、電子放出層27の表面は、カソード電極23と絶縁層24との界面よりも背面ガラス基板

21寄りに設けられており、カソード電極23と絶縁層24との界面位置における孔26の開口幅をW、カソード電極23と絶縁層24の界面から電子放出層27表面までの積層方向の距離をHとすると、距離Hは、 $0.02W \sim 0.15W$ の範囲内とすることが好ましい。

【0032】距離Hは、大きければ大きいほど電子集束性の観点からは好ましいが、その値を大きくしすぎると電子を放出させるための駆動電圧を高めなくてはならず、また電子放出層27表面上における電界強度分布が大きくなるという不具合が生じる。駆動電圧を高めるには、装置コストが高くなり、また、電界強度分布が大きくなればエミッション領域が狭まりエミッション電流が低下したり、エミッション特性が劣化したりし易い。そこで、電子ビーム集束性と電界強度分布との両者の兼ね合いを考慮し、実験およびシミュレーションの結果から上述の範囲が好ましいことを明らかにした。

【0033】上述したように、従来の電子放出素子に比べて集束性が向上するので、これを画像表示装置に用いた場合には、画像表示装置を高精細化することできる。＜画像表示装置1の製造方法＞本発明に係る画像表示装置の製造方法は、背面パネル20の形成方法に大きな特徴を有している。そのため、主に背面パネル20の形成方法について説明をする。

【0034】図4(a)～(e)は、背面パネル20の各製造工程における要部断面図である。図4(a)に示すように、まず、背面ガラス基板21を用意する。次に、図4(b)に示すように、その背面ガラス基板21表面上に、アルミやクロムを含むペーストを塗布し、ペースト中の溶剤を乾燥後、ペーストに含まれる樹脂を焼成して焼失させる、いわゆる厚膜形成プロセスを用いて、所望の厚さ(50 $\mu$ m)に形成し、カソード電極23となる層を積層する。ここで、厚膜形成プロセスの代わりに、アルミやクロムなどの電極となる材料をスパッタリング法や蒸着法などの薄膜形成プロセスを用いてもよい。

【0035】このように形成されたカソード電極23となる層の表面に対してパターンエッチングを施すことによって、図2に示すようにカソード電極23がライン状に形成されるとともに、図4(c)に示すような背面ガラス基板21まで貫通する孔260が形成される。次に、電子放出部材(カーボン・ナノチューブやカーボンファイバーなど)と、揮発性溶媒(アセトン、エタノール、もしくは酢酸イソアミルとニトロセルロースの混合溶液であるピークル(ビヒクル)など)を混合することによって得られるペースト270(もしくは分散液)を、印刷法を用いて塗布したりインクジェットを用いて滴下したりして、孔260に充填する(図4(d))。

【0036】このペースト270の充填量は、ペースト中の電子放出部材の混合量などに応じて、電子放出層27となったときにその表面がカソード電極23と絶縁層



との界面よりも背面ガラス基板21寄りに形成されるように調整すればよい。この後、ペースト270の溶媒を蒸発させることにより、電子放出層27が形成される(図4(e))。

【0037】また、図4(d)、(e)のところで説明した電子放出層27の形成方法としては、スキージを用いた方法も使用することができる。図5(a)、(b)は、電子放出層27をスキージを用いて形成する方法を説明するための各製造工程における背面パネル20の要部断面図である。図5(a)に示すように、孔260(図4(c))にペースト270を溢れるように充填する。その後、図5(b)に示すように、スキージ272を用いて、カソード電極23表面と孔260内の一部のペースト271を拭き取った後、溶剤を乾燥することによりカーボンファイバーなどの繊維状電子放出部材がランダムに配向した電子放出層27(図4(e))を形成することができる。

【0038】ここで、スキージ272の弾力性の違いによって、孔260内に充填されたペースト271を拭き取る量が異なり、スキージ272が軟らかいほど拭き取る量が多くなって形成される電子放出層27の厚みを薄くできるので、スキージ272は、形成したい電子放出層27の厚みに応じてその弾力性を変更すればよい。次に、厚膜形成法などを用いて、孔26(図3)を形成するため、これに相当する位置に貫通穴を有するライン状の絶縁層24および引き出し電極25を形成しておく。これらの孔がカソード電極23の孔260と合うように、かつカソード電極23と直交するように積層する(図2参照)ことにより、電子放出部22を備えた背面パネル20が形成される。

【0039】他方、前面パネル10は、まず、前面ガラス基板11表面上に、蒸着法等を用いてITOからなる膜を形成し、次にその表面上に印刷法等を用いて蛍光体層13をライン状に形成することにより得られる。最後に、上記背面パネル20の周囲にギャップ材30を配設し、高真空下で前面パネル10と対向して張り合わせるにより、電子放出素子1が形成される。

【0040】ここで、図17を用いて説明した従来の電子放出素子の場合、カソード電極2300と絶縁層2400との界面から電子放出層2700までの積層方向の距離(図3における距離Hに相当する)の寸法精度は、カソード電極2300および電子放出層2700の厚みの加工精度と、孔2600の底面の加工精度とに依存する。電子放出層2700の加工精度は比較的制御し易いが、孔2600の底面の加工精度は制御が難しく、得られる電子放出層2700表面の寸法精度も不十分になるため、各電子放出素子のエミッション特性を均一化することは難しいと考えられる。

【0041】一方、本第1の実施の形態の場合、電子放出層27は、背面ガラス基板21上に直接形成されるの

で、図3における距離Hの寸法精度は、カソード電極23および電子放出層27の厚み2点の精度のみに依存する。したがって、孔26の底面の加工精度を考慮する必要が無い。また、カソード電極23、電子放出層27の寸法精度は比較的制御し易いため、各電子放出素子のエミッション特性を均一化することは比較的容易である。したがって、本実施の形態の電子放出素子の製造方法によれば、従来に比べて電子放出素子のエミッション特性を均一化することができる。

#### 10 【0042】(変形例)

①上記実施の形態においては、電子放出層27の底面が背面ガラス基板21の全面と接するように形成されていたが、これに限定されるものではなく、孔底面の中心において電子放出層がカソード電極と接触しない領域を有する構成であればよい。

【0043】図6(a)は、本変形例における背面パネル200の要部断面図である。なお、本変形例においては、上記第1の実施の形態と電子放出層の構成が異なるのみであり、図3と同じ番号を付したものについては、同じ構成要素であるので詳細な説明を省略する。同図に示すように、電子放出層274は、基本的には図3における電子放出層27と同じ構成であるが、その中心に背面ガラス基板21まで貫通する孔261が開けられ、平面視環状の構成を有する。

【0044】これによって、孔26底面の中心部には、孔261により電子放出層が存在しない領域が形成されているため、従来技術のような集束性の悪い、電子放出層表面中心部からの電子放出が全く起こらない。したがって、第1の実施の形態に比べて電子の集束性がさらに向上すると考えられる。

②また、電子放出層が孔底面の中心部においてカソード電極と接触しない構成として、以下に示す構成を考えることができ、これによっても本発明を実施することができる。

【0045】図7(a)は、本変形例における背面パネル201の要部断面図である。なお、本変形例においては、第1の実施の形態と電子放出層およびカソード電極の形状が異なるのみであり、図3と同じ番号を付したもののについては、同じ構成要素であるので詳細な説明については省略する。同図に示すように、カソード電極230は、孔262側に突出した突出部230aを有している。これによって、電子放出層275は、その底面において、中心部が背面ガラス基板21と接する一方、周縁部がカソード電極230と接するようになる。このため、電子放出層275の周縁部は、カソード電極230との接触面積が増加するので、電子放出層275表面における端部から放出される電子量を多くすることができる。そのため、第1の実施の形態に比べて電子の集束性を向上することができる。

50 【0046】また、図7(b)の背面パネル202に示

すように、カソード電極を2種類の導電層231、232から構成し、突出部232aを形成するようにしてもよい。

〔第2の実施の形態〕本第2の実施の形態に係る画像表示装置は、第1の実施の形態で述べた画像表示装置と略同じ構成をしており、背面パネルにおける電子放出層の形状が異なるのみであるので、以下、電子放出層について主に説明する。

【0047】上記第1の実施の形態においては、電子放出層の外表面を略平面に形成していたが、本第2の実施の形態では、その表面の形状を凹面に形成している。図8は、第2の実施の形態に係る背面パネル203の要部断面図である。なお、図3と同じ番号を付したものについては、同じ構成であるので詳細な説明については省略する。

【0048】同図に示すように、孔26の底面には、外表面が凹レンズのように中心部がくぼみ、周縁部が盛り上がる凹面形状（以下、凹レンズ形状という。）をした電子放出層277が形成されている。電子放出層277の表面を凹レンズ形状に形成することにより、電子放出層277の表面の端部277aが図中破線で示す等電位面A2に近づき、この端部277aから放出された電子は、比較的初期の段階で等電位面A2に対して垂直方向となるように偏向される。この偏向点付近の等電位面A2は、比較的平坦であるので、放出された電子は見かけ上略コリメートされたように進行し、集束される。したがって、第1の実施の形態に比べて電子の集束性が高まると考えられる。

【0049】この電子放出層277表面は、カソード電極23と絶縁層24との界面よりも背面ガラス基板21側に形成されている。ここで、電子放出層277の表面は、第1の実施の形態と同様の理由により、電子ビーム集束性と電界強度分布との両者の兼ね合いを考慮し、カソード電極23表面からの距離H2が、カソード電極23の開口幅W2の0.02～0.15倍の範囲内に収まるようにすることが望ましい。

【0050】このような形状を有する電子放出層277を形成する方法としては、第1の実施の形態において、図4、5を用いて説明した方法と同様の方法を用いることができる。ただし、ペースト270（図4、5）に含まれる溶媒を、カソード電極23に対して接触角が90°以下となるものを選択するようにする必要がある。このような接触角度となる溶剤を選択することによって、ペースト270を塗布した後、もしくはペーストを塗布後にスキージを用いて拭き取った後のペースト270は、カソード電極23に対して接触角が90°以下の角度をなすため、そのペースト270表面が凹レンズ形状をなす。この状態の保持しつつ、ペースト中の溶剤を乾燥することにより、電子放出層277は、凹レンズ形状に形成される。

【0051】（変形例）上記第2の実施の形態においては、電子放出層277と接触している背面ガラス基板21の面は平面であったが、この形状に限られるものではなく接触面を凹レンズ形状に加工してもよい。図9は、本変形例における背面パネル204の要部断面図である。なお、本変形例においては、電子放出層、および背面ガラス基板の形状が異なるのみであり、図8と同じ番号を付したものについては、同じ構成要素であるので詳細な説明を省略する。

10 【0052】同図に示すように、本変形例における背面ガラス基板210は、電子放出層278と接する面において、凹レンズ形状をした、くぼみ211が形成されている。このくぼみ211の上に第1の実施の形態と同様の電子放出部材を含むペーストを塗布することにより、くぼみ211の形状に応じた電子放出層278が形成される。

20 【0053】くぼみ211の形成方法としては、背面ガラス基板21をエッチングなどの化学的に処理する方法、サンドブラストなどの機械加工的に処理する方法、および溶射や印刷などを用いて成膜する方法などの公知の手法を用いることができる。このくぼみ211のカーブを調整することにより、電子放出層278は、そのカーブに応じた表面形状が形成されるので、電子放出層278の表面における凹レンズの形状を調整することが可能となる。

【0054】〔第3の実施の形態〕第3の実施の形態にかかる画像表示装置は、第1の実施の形態で述べた画像表示装置と略同じ構成をしており、背面パネルにおける電子放出層の形状が異なるのみであるので、以下、電子放出層について主に説明する。上記第1の実施の形態においては、電子放出層の外表面を略平面形状に形成していたが、本第3の実施の形態では、その表面に凹凸を設けている。

30 【0055】図10は、第3の実施の形態に係る背面パネル205の要部断面図である。なお、図3と同じ番号を付したものについては、同じ構成であるので詳細な説明については省略する。同図に示すように、孔26の底面には、電子放出層370が形成され、その表面には複数の突起371を備える。この突起371の先端は、カソード電極23と絶縁層24との界面よりも背面ガラス基板21側に形成されている。ここで、突起371の先端からカソード電極23と絶縁層24の界面までの積層方向の距離H3は、第1の実施の形態と同様、電子ビーム集束性と電界強度分布との両者の兼ね合いを考慮し、孔26の上記界面における開口幅W3に対して0.02～0.15倍の範囲内となるようにすることが好ましい。

50 【0056】このように電子放出層370に複数の突起371を設けることによって、突起371の先端における電界集束が起りやすくなる。また、電子放出層37

0は、第1の実施の形態と同様、カーボン繊維やカーボン・ナノチューブなどのアスペクト比の高いものを用いており、電界集中の起こりやすい突起371の中でさらに電界集中が起こりやすくなる構成を有する。そのため、第1の実施の形態に比べて電子放出性が向上する。

【0057】突起371の数は、多ければ多いほど、電界集中が起こり、電子放出個所となる数が増加するため、エミッション特性の観点からは好ましいが、あまり突起数が多くなりすぎると、その密度が高まり、突起371における電界集中が起こりにくくなる。そのため、突起371の密度は、以下の関係式を満たすように形成することが好ましい。

【0058】 $D \geq H4/2$

ここで、Dは隣接する突起371の先端同士の間隔方向直交方向における距離であり、H4は、隣接する突起371間における谷の底から突起371先端までの高さである。このような関係式を満たせば、個々の突起371が、隣接する突起371の電界集中に悪影響を及ぼさないことをシミュレーションおよび実験により確認している。

【0059】上述したように、電子放出層370表面に突起371を設けることにより、電界集中の効果がより高まり、第1の実施の形態に比べて電子放出性が向上する。

(変形例)

①上記第3の実施の形態においては、電子放出層370がカーボンファイバーやカーボン・ナノチューブなどの電子放出部材からなる単層で形成されていたが、これに限定されるものではなく、電子放出層を異なる電子放出部材からなる複数層で形成するようにしてもよい。

【0060】図11(a)は、本変形例における背面パネル200の要部断面図である。なお、本変形例においては、第3の実施の形態と電子放出層の構成が異なるのみであり、図10と同じ番号を付したものについては同じ構成要素であるので、主に電子放出層の構成について説明する。同図に示すように、電子放出層372は、配向層373と放出層374とからなり、孔26の底面に配向層373と放出層374が積層された構成を有する。

【0061】配向層373は、その表面に突起を備えることにより、放出層374を凹凸状に配向させるものであり、放出層374に対して電子を供給したり、放出層374から放出された電子のチャージアップの発生を抑制したりする観点から、ZnOなどの導電性の材料から構成される。放出層374は、第3の実施の形態と同様、カーボンファイバーやカーボン・ナノチューブなどの電子放出部材から構成されている。

【0062】電子放出層372の形成方法は、まず孔26の底面にZnOなど導電性材料からなる層を印刷法などにより形成する。その後、エッチングなどの処理をお

こなうことによってその表面に突起を形成して配向層373を形成する。次に、放出層374となるペーストを配向層373上に塗布、溶媒を乾燥することにより電子放出層372を形成することができる。

【0063】上記構成を有する電子放出層によっても、第3の実施の形態と同様の効果が得られると考えられる。

②上記変形例においては、配向層373を形成したが、配向層の代わりに配向部材を用いることもできる。図11(b)は、本変形例における背面パネル207の要部断面図である。

【0064】同図に示すように、電子放出層375は、配向部材376と放出層377とからなる。配向部材376は、四面体の頂点をそれぞれ先端とする四本の足を有するZnOウイスキー（たとえば松下アムテック株式会社製の「パナテトラ」）であり、一本の足は背面ガラス基板21に対してほぼ垂直に立った状態となっている。この配向部材376は、導電性かつ多面体の頂点をそれぞれ先端とする複数の足を有する多足体であればよく、ZnOウイスキーのほか、多足体ウイスキーを形成しやすいSi、Ti、B、Fe、Sn、Mgなどの単体、およびその酸化物、窒化物、炭化物なども使用することができる。

【0065】放出層377は、カーボン繊維やカーボン・ナノチューブなどの電子放出部材が配向部材376の足にまわりつくように付着して構成されている。上記構成によって、電子放出層375は、その表面において、電界集中の起こり易くなる突起が鋭利に形成されるので、さらに電界集中が起こりやすくなる。そのため、電子放出性が、第3の実施の形態に比べて向上すると考えられる。

【0066】この電子放出層375の形成方法としては、第1の実施の形態において図4、5を用いて説明したペーストに、配向部材376を混ぜて混合ペーストを作製し、これを塗布することにより形成する方法があげられる。また、あらかじめ配向部材を溶剤に分散させておいた分散液を孔26に塗布、溶剤を乾燥することによって配向部材を形成しておき、電子放出部材を含むペーストを塗布するようにしてもよい。このようにすれば、混合ペーストにおいて電子放出部材と配向部材との比重に違いに起因して均一に作製できない場合であっても、配向部材に電子放出材料が均一にまわりついた状態の電子放出層375を形成することができる。

【0067】〔第4の実施の形態〕第4の実施の形態にかかる画像表示装置は、第1の実施の形態で述べた画像表示装置と略同じ構成をしており、背面パネルにおける電子放出層の底面がカソード電極と接するように形成されている点が異なるのみであるので、以下、背面パネルについて主に説明する。

【0068】上記第1の実施の形態においては、電子放

出層が背面ガラス基板上に直接形成されていたが、本第4の実施の形態では、従来の技術と同様、カソード電極の上に形成されている。図12は、第4の実施の形態に係る背面パネル400の要部断面図である。なお、図3と同じ番号を付したものについては、同じ構成であるので詳細な説明については省略する。

【0069】同図に示すように、背面パネル400は、ガラス基板21、カソード電極230、絶縁層24、引き出し電極25が順に積層されるとともに、引き出し電極25からカソード電極230の途中まで貫通する孔263が形成され、その底部に電子放出層470が設けられている。ここで、電子放出層470の表面は、カソード電極230と絶縁層24の界面よりも背面ガラス基板21側に形成される。さらに、電子放出層470の表面は、電子ビーム集束性と電界強度分布との両者の兼ね合いを考慮し、カソード電極230と絶縁層24の界面からの積層方向の距離H4が、カソード電極230と絶縁層24との界面位置における孔263の開口幅W4の0.02～0.15倍の範囲に収まるようにする必要がある。このように制限される理由は、第2の実施の形態と同様である。

【0070】すなわち、距離H4は、大きければ大きいほど電子集束性の観点からは好ましいが、その値を大きくすると電子を放出させるための駆動電圧を高めなくてはならず、また電子放出層表面上における電界強度分布が大きくなるという不具合が生じる。駆動電圧を高めるには、装置に対するコストが高まり、また、電界強度分布が大きくなればエミッション領域が狭まりエミッション電流が低下したり、エミッション特性が劣化したりし易い。そこで、電子ビーム集束性と電界強度分布との両者の兼ね合いを考慮し、通常使用される引き出し電極の印加電圧(20～70V)の範囲で、引き出し電極25の開口部を電子が100%通過する場合のカソード電極と絶縁層の界面から電子放出層表面までの距離H4とカソード電極の開口幅W4の比(0.02～0.15)を実験により導き出した。

【0071】なお、このときの実験条件としては、以下に示す条件で行った。

カソード電極：厚み50 $\mu$ m、印加電圧0V

絶縁層：厚み50～100 $\mu$ m

引き出し電極：厚み50 $\mu$ m、印加電圧：20～70V、開口幅0.2mm

アノード電極：印加電圧：8～10kV

引き出し電極からアノード電極までの距離0.5～2mm

上記実験条件において、引き出し電極の印加電圧を20～70Vまで変化させ、その開口部から100%電子が通過する状態となる条件について検討した。

【0072】そのときの電子放出層の距離H4を走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて測定し、H4が4 $\mu$ m

(20V)～30 $\mu$ m(70V)となることを確認した。ここで、カソード電極の開口幅W4は200 $\mu$ mであったので $H4/W4=0.02\sim0.15$ となる。このような構成によって、電子は、従来の技術と同様、電子放出層470の中心部分から放出されやすくなるが、条件が最適化されているので、従来の技術のように絶縁層24にチャージアップすることなく、電子が100%放出されるようになり、従来に比べ電子の集束性が向上する。

【0073】電子放出層470を形成する方法としては、第1および第2の実施の形態において説明した方法と同様の方法を用いることができる。ただし、カソード電極230は、電子放出層470を設ける穴を形成する際にエッチング時間を最適化するなどして背面ガラス基板21にまで貫通しないように加工する必要がある。

〔第5の実施の形態〕第5の実施の形態にかかる画像表示装置は、第4の実施の形態で述べた画像表示装置と略同じ構成をしており、背面パネルの電子放出層の形状が異なるのみであるので、以下、電子放出層について主に説明する。

【0074】上記第4の実施の形態においては、電子放出層の表面が平面に形成されていたが、本第5の実施の形態では、その表面が凹面形状に形成されている。図13は、第5の実施の形態に係る背面パネルの要部断面図である。なお、図12と同じ番号を付したものについては、同じ構成であるので詳細な説明については省略する。

【0075】同図に示すように、孔263の底面には、外表面が凹レンズ形状をした電子放出層471が形成されている。このような形状に電子放出層471を形成することにより、電子放出層471の端部が図中破線で示す等電位面A3に近づき、放出された電子は、比較的初期の段階で等電位面Aに対して垂直方向となるように偏向される。この偏向点付近の等電位面Aは比較的平坦であるので、放出された電子は見かけ上略コリメートされた様に進行し、集束される。

【0076】したがって、従来の技術に比べて、電子放出層471の周縁部から電子が放出され易くなり、中心部よりも集束性の高い部分から放出される電子が増加するので、電子の集束性が高まると考えられる。ここで、電子放出層471の表面は、カソード電極231表面よりも背面ガラス基板21側に形成される。ここで、電子放出層471の表面は、第2の実施の形態と同様の理由により、電子ビーム集束性と電界強度分布との両者の兼ね合いを考慮し、カソード電極23表面からの距離H5が、カソード電極23の開口幅W5の0.02～0.15倍の範囲に収まるようにすることが望ましい。

【0077】このように電子放出層471を形成する方法としては、第2の実施の形態において説明した方法と同様の方法を用いることができ、電子放出層471を形

成するためのペーストを、カソード電極230に対して90°以下の接触角となるようなものを選択すればよい。

(変形例)

①図14に示すように、カソード電極232に凹面部233を設け、その上に電子放出層472を形成することによって、電子放出層472の底面をその中心部が盛り上がった凸レンズ状の凸面形状としても同様の効果が得られると考えられる。このように凹面部233を設ければ、電子放出層472の表面形状は凹面部233の形状に

10 応じて形成されるので、凹面部233の形状を変更することにより電子放出層472の形状を自在に変更することができる。

【0078】②また、図15に示すように、孔264の底面におけるカソード電極232の凹面部233の上に、第3の実施の形態で述べたような多足体からなる配向部材475を設け、それにまわりつくように電子放出部材474を付着させてもよい。

③さらに、カソード電極を背面ガラス基板上にライン状に形成するのではなく、図16に示すように、背面パネル404において、カソード電極234を画素単位毎に設けるようにしても良い。このような構成によれば、カソード電極234自体を巨視的な突起とみなすことができるので、電子放出層476に対する電界集中が起こり易くなると考えられる。したがって、上記第5の実施の形態と比べてもエミッション特性が優れると考えられる。

【0079】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明に係る電子放出素子は、基板上にカソード電極と絶縁層と電子引き出し電極とが順に積層され、前記引き出し電極側からカソード電極まで到達する孔の底面に、前記カソード電極と接触する電子放出層が具設された電子放出素子であって、前記電子放出層は、その表面が前記カソード電極と絶縁層との界面よりも基板側に位置するように具設されており、前記電子放出層と前記カソード電極との接触領域は、前記孔の底面における中心部を除く、周辺領域に限定されていることを特徴としているので、電子放出層の表面において、その中心部から電子が放出されにくくなる一方、その端部からは電子が放出され易くなる。この電子放出層の端部から放出される電子の集束性は高いので、電子放出素子の電子の集束性を従来に比べて向上することができる。

【0080】また、本発明に係る電子放出素子は、基板上にカソード電極と絶縁層と電子引き出し電極とが順に積層され、前記引き出し電極側からカソード電極まで到達する孔の底面に、前記カソード電極と接触する電子放出層が具設された電子放出素子であって、前記電子放出層は、その表面が前記カソード電極と絶縁層との界面よりも基板側に位置し、前記界面から電子放出層表面まで

の積層方向の距離が、前記界面位置における孔の開口幅に対して0.02~0.15倍の範囲となるように具設されている。このような数値範囲においては、従来に比べて電子放出性、電子集束性を向上させながら、カソード電極に印加する電圧を通常使用範囲内に低く保つことができる。

【0081】また、本発明に係る電子放出素子は、基板上にカソード電極と絶縁層と電子引き出し電極とが順に積層され、前記引き出し電極側からカソード電極まで到達する孔の底面に、前記カソード電極と接触する電子放出層が具設された電子放出素子であって、前記電子放出層は、その表面が凹面形状を有する。これにより、電子放出層表面の端部から放出される電子は、比較的早い段階で偏向され、電子の集束性を従来に比べて向上すると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る画像表示装置の概略断面図である。

【図2】図1の画像表示装置における背面パネルの概略斜視図である。

【図3】第1の実施の形態に係る電子放出素子の要部断面図である。

【図4】第1の実施の形態に係る電子放出素子の製造方法を説明するための、各製造工程における電子放出素子の要部断面図であり、(a)~(e)の順に進行する。

【図5】図4に示す電子放出素子の製造方法と異なる製造方法を説明するための、各製造工程における電子放出素子の要部断面図であり、(a)、(b)の順に進行する。

【図6】第1の実施の形態に係る電子放出素子の変形例を説明するための電子放出素子の要部断面図である。

【図7】(a)第1の実施の形態に係る電子放出素子の変形例を説明するための電子放出素子の要部断面図である。

(b)第1の実施の形態に係る電子放出素子の変形例を説明するための電子放出素子の要部断面図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係る電子放出素子の要部断面図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態に係る電子放出素子の変形例を説明するための電子放出素子の要部断面図である。

【図10】本発明の第3の実施の形態に係る電子放出素子の要部断面図である。

【図11】(a)第3の実施の形態に係る電子放出素子の変形例を説明するための電子放出素子の要部断面図である。

(b)第3の実施の形態に係る電子放出素子の変形例を説明するための電子放出素子の要部断面図である。

【図12】本発明の第4の実施の形態に係る電子放出素子の要部断面図である。

21  
【図13】本発明の第5の実施の形態に係る電子放出素子の要部断面図である。

【図14】第5の実施の形態に係る電子放出素子の變形例を説明するための電子放出素子の要部断面図である。

【図15】第5の実施の形態に係る電子放出素子の變形例を説明するための電子放出素子の要部断面図である。

【図16】第5の実施の形態に係る電子放出素子の變形例を説明するための電子放出素子の要部断面図である。

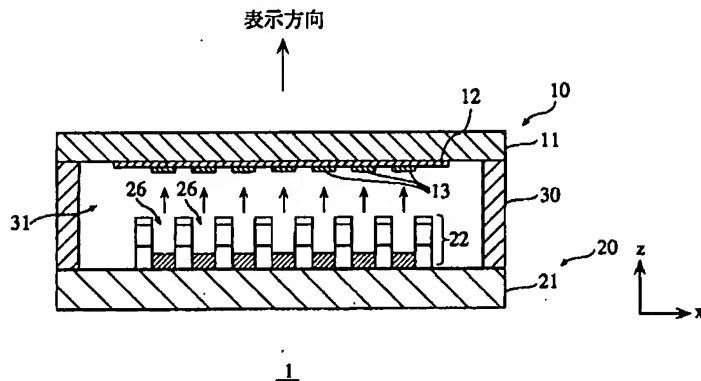
【図17】従来の電子放出素子における要部断面図である。

【符号の説明】

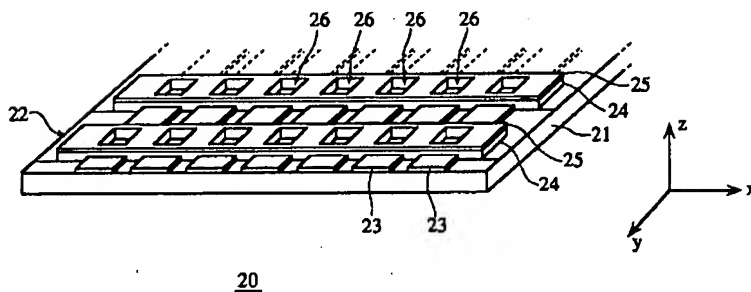
1 画像表示装置  
10 前面パネル  
11 前面ガラス基板

12 アノード電極  
13 蛍光体  
20, 201, 203, 205, 401 背面パネル  
21 背面ガラス基板  
22 電子放出部  
23, 230, 231 カソード電極  
24 絶縁層  
25 引き出し電極  
10 26, 262, 263 孔  
27, 275, 277, 370 電子放出層  
30 ギャップ材  
270 ペースト  
371 突起

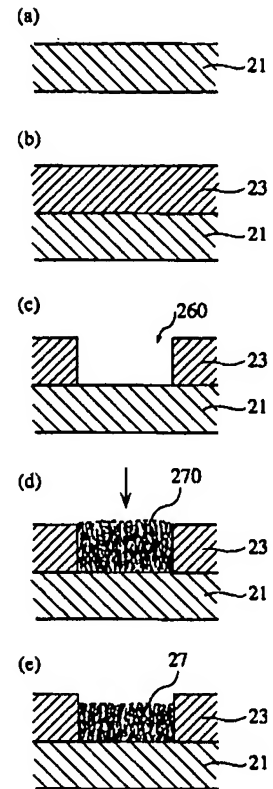
【図1】



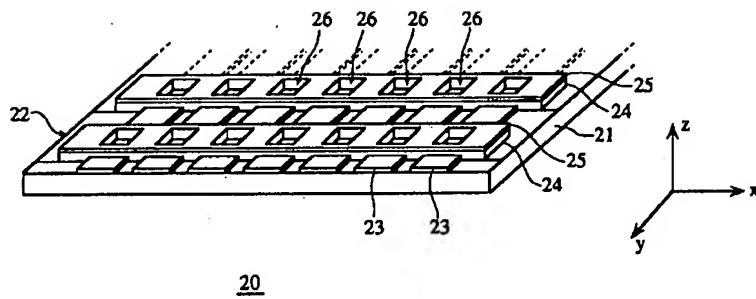
【図2】



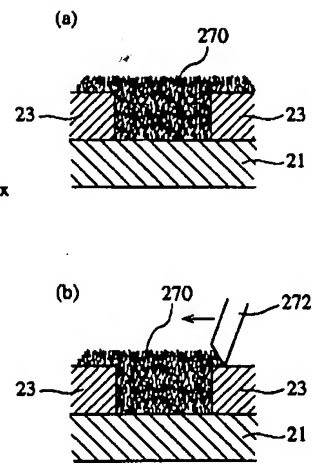
【図4】



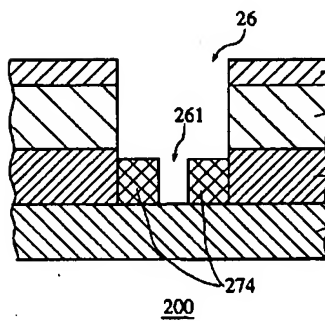
【図3】



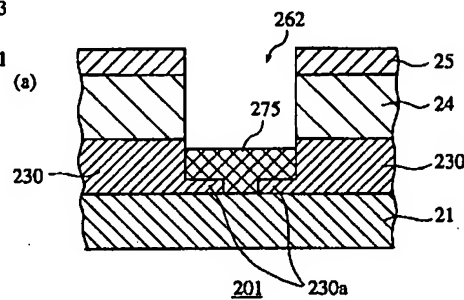
【図5】



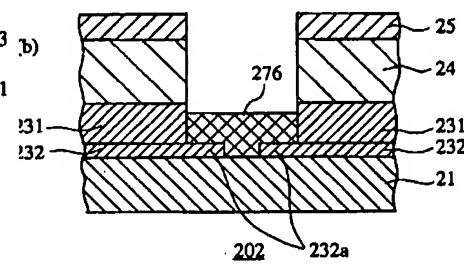
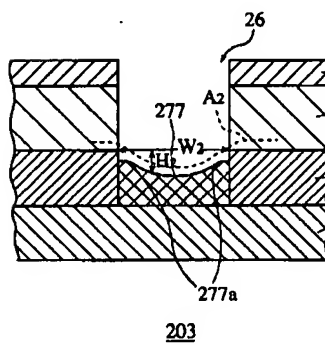
【図6】



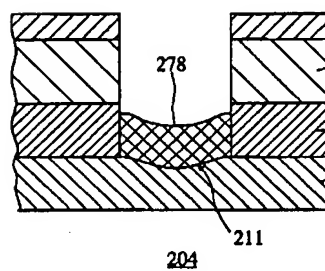
【図7】



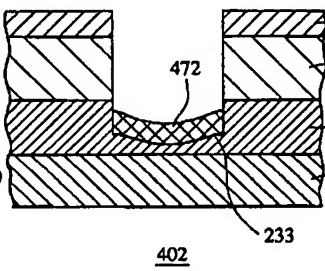
【図8】



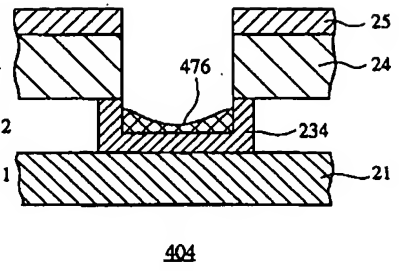
【図9】



【図14】

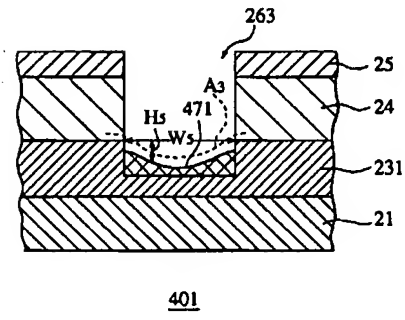
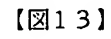
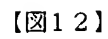
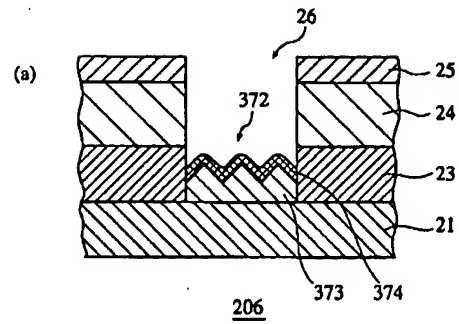


【図16】

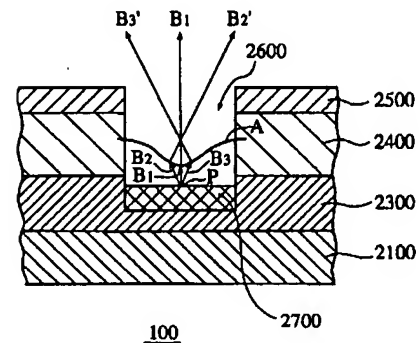
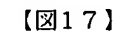




【図 1 1】



【図15】





フロントページの続き

(72)発明者 黒川 英雄  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 5C036 BB10 EE14 EF01 EF06 EF09  
EG12 EH04 EH06 EH08 EH23  
EH24